目　　录

第一篇　总　　论

第二篇　上震旦统至中三叠统海相地层勘探区

第三篇　中生代沉积盆地

第四篇 新生代沉积

CONTENTS

PART Ⅰ GENERAL DESCRIPTION

PART Ⅱ MARINE STRATIGRAPHIC EXPLORATION REGION (UPPER SINIAN TO MIDDLE TRIASSIC)

PART IV CENOZOIC SEDIMENTARY BASIN

第一篇　总　　论

第一章 概　况

第一节 地理概况

滇黔桂地区包括云南、贵州、广西三省（区），位于中国的西南边疆。地跨东经 97°31′～112°05′，北纬 21°08′～29°15′。北与四川、西藏两省相连，东与湖南、广东毗邻，南邻北部湾，并与越南、老挝两国交界，西与缅甸接壤。海岸线长 1500 公里，国界线长 2500 公里。面积 78 万多平方公里。

一、自然地理

滇黔桂的地势可分为三种类型，它横跨我国地势的三个阶梯：西缘为横断山脉，处于我国地势第一阶梯的西南缘，自西向东由高黎贡山、怒江、怒山、澜沧江、云岭、金沙江、玉龙雪山组成。山势呈南北走向，海拔一般在 4000 米左右，北高南低，山高谷深，相对高差在 2000～3000 米，形成著名的滇西纵谷区。横断山脉以东，大娄山以南，雪峰山—都阳山以西，为我国的第三大高原——云贵高原，包括云南东部，贵州大部，广西的西北部。总的地势是西北高，东南低，海拔 1000～2000 米，是我国地势的第二阶梯地区。这里石灰岩分布面积占三分之二，岩溶十分发育，地面是峰林、石芽、石林、漏斗、洼地，地下有溶洞、地下河，有“青莲出水”、“碧莲玉笋世界”之称，风景优美，如久负盛名的云南石林、桂林山水和贵州黄果树瀑布即位于本区。本区是世界上著名的岩溶地形区。云贵高原地表起伏大，崎岖不平，地形破碎，属山地性质的高原，其间有许多山间小盆地。高原西部和北部有牛栏江、乌江等长江水系分布，南部有南、北盘江等珠江水系分布，河流多谷深水急，苗岭为两大水系的分水岭。九万大山—都阳山之东南，逐渐过渡到我国地势的第三阶梯区，包括广西的东南部，仍保持着西北高、东南低的总趋势，海拔多小于 500 米。但桂南有十万大山、大容山、云开大山呈南西—北东走向，海拔 1000 米。总的地形是山地、丘陵及平原三者犬牙交错。十万大山之南为滨海平原，伸入北部湾海平面以下，构成我国大陆架的一部分。珠江干流红水河及右江、柳江等水系几乎网织全区。

二、气候

滇黔桂地区的气候大致以东经 104°为界，西部受印度洋季风的影响，属热带季风气候，由于纬度较低，地形高差悬殊，气候垂直变化明显，尤其是横断山地，有“山顶雪，山谷热”的传说，一年只有干、湿季之分，十一月至次年四月为干季，多晴朗温暖天气，气温 2～17℃，入冬不冷；五月至十月为雨季，湿度大，云量多，日照短，阵雨多，气温 10°～29℃；故有“四季如春”之称。东经 104°以东，受太平洋季风的影响，属亚热带季风气候，云贵高原区冬无严寒，夏无酷暑，多阴雨，湿度大，四季不甚分明，俗有“天无三日晴”之说。至广西境内，仍属亚热带湿润季风气候，夏季长而热，雨量充沛，是我国降水量最多的省区之一，干、湿季节明显，气温日变化小，冬季气温 6℃～16℃，夏季气温 25°～29℃。

北回归线自西向东横穿云南双江、西畴至广西上林—梧州，此线以南的地区，每年夏至之后为太阳直射区，夏季炎热而日照长，气温 25°～35℃，冬季不冷。

三、经济地理

1.人口与民族

云南是我国少数民族最多的省份，少数民族占总人口数的三分之一。全省城镇人口占12.9%，农村人口占87.1%，人口密度每平方公里为83人，西北边远的中甸县人口密度小，每平方公里仅9人；贵州也是我国多民族省份之一，全省城镇人口占19.7%，农村人口占80.3%，人口密度每平方公里为162人；壮族是我国少数民族中人口最多的民族，90%以上聚居于广西，全区城镇人口占11.8%，农村人口占88.2%，人口密度每平方公里为158人。三个省（区）总人口为9752万人（表1-1-1）。

表1-1-1 人口分布状况表①

省份	云南	贵州	广西
面积 (10^4km^2)	38^+	17^+	23^+
人口 (10^4人)	3255	2855	3642
居住民族	汉、彝、白、哈尼、傣、壮、苗、傈僳、佤等27个民族和苦聪人、科术人	汉、苗、布依、侗、彝、水、瑶、回、仡佬、壮等民族	壮、汉、瑶、苗、侗、回、仫佬、毛难、京、彝、水等民族

①人口数截止1982年。

2.农业

粮食以稻谷、玉米为主，农作物一年一熟、两熟、三熟者均有。经济作物以烤烟、茶叶驰名中外，蔗糖、香料、油料、橡胶在全国占重要地位，三七、当归、天麻、虫草、杜仲、鹿茸、麝香等名贵药材在国内外也久负盛名。

3.矿产资源及工业

矿产资源十分丰富，云南有“有色金属王国”之称，云南的锡、铟、锗、铊、铅锌及富铁矿和广西的锰、锡储量居全国首位，区内磷、汞、煤、铝、铜资源在全国也占重要地位。工业产值占工农业总产值的50%以上。冶炼业、机械制造业、国防工业、轻纺工业、食品工业也较发达。

4.交通

铁路已成为交通运输的骨干，以昆明、贵阳、柳州为中心，有成昆、贵昆、昆河、黔桂、川黔、湘黔、湘桂、黎湛、枝柳等干线，与邻省互相连接成网，通往全国各地。公路更是四通八达，广西、贵州几乎乡乡通公路，云南县县通公路，部分乡也有公路；航空线以昆明、贵阳、南宁、桂林为中心，直达北京、上海、广州、成都、武汉等大城市，与邻省皆有航空班机相通，省内也有航空班机通往边远城市；河运在广西比较发达，以梧州为总汇，联系区内各主要城镇；海运以北海、防城为主要港口，连通我国和海外各港口。

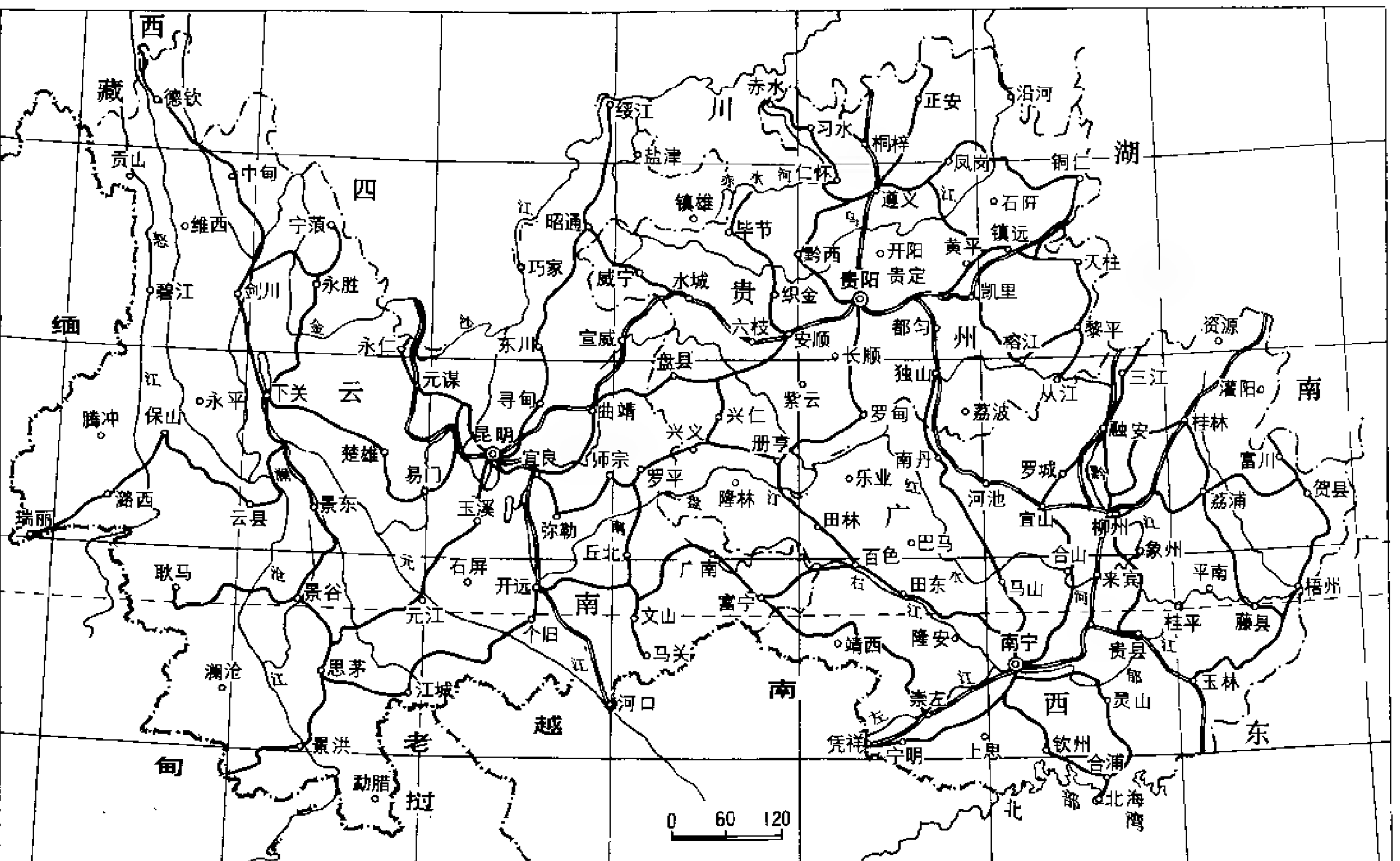


图 1-1-1 滇黔桂地区交通位置图

第二节 勘探概况

一、勘探简况

1954年，燃料工业部（石油工业部前身）所属101、113地质队，分别在广西百色盆地和贵州凯里、翁项等地进行1：10万石油地质填图，从而开始了滇黔桂地区系统的石油地质调查。从1954年至1989年35年间，地面石油地质普查面积13.8万平方公里，详查、细测面积约9.7万平方公里。

50年代末至60年代初期，在本地区开展了1：50万航空磁测和重力测量。同时在黔南和滇东部分地区开展了1：10万重力详查，详查面积5000平方公里。70年代早期，在广西十万大山、宁明和上思等盆地，进行了1：10万重力详查，详查面积7200平方公里。

本地区的地震勘探起步较晚。60年代初期，仅在黔南和云南楚雄盆地作了少量地震试验。70年代开始逐步增加了地震工作量。在云南的楚雄盆地、景谷盆地、绥江地区、南盘江坳陷、贵州的赤水地区、凯里虎庄地区、安顺地区、广西百色盆地、十万大山盆地以及合浦盆地等开展了地震勘探。至1989年底，共完成地震测线长12236公里，其中多次覆盖地震测线长9500公里。

浅井钻探（井深小于1200米）始于50年代。60年代前后和70年代早期，滇黔桂地区进行了大量浅井钻探。大部分浅井集中于广西百色盆地（247口），贵州凯里虎庄、凯棠和翁项奥陶系、志留系油苗集中分布地区（54口），桂中柳城石炭系油苗分布区（37口），云南景谷盆地（68口），昆明盆地（45口）。此外在广西合浦、南宁、宁明等盆地、贵阳倪儿关、平坝、安顺等地区以及一部分地面背斜构造上，亦进行过浅井钻探。1956年6月16日，地质部西南地质局548队在贵州凯里虎庄背斜轴部钻探的56／CK_1井，是滇黔桂地区第一口石油探井。该井于1956年8月20日完钻，完钻井深440.24米，开孔层位是中、下志留统，钻遇下奥陶统，进入中、上寒武统白云岩3.55米。完钻7天后井口冒气，火焰呈蓝色。钻井过程中曾有多处油气显示。经测试在井深81～95米（S_{1-2}），有微量天然气产出；在井深272～328米（O_1），日产水65立方米。

井深大于1200米的中深井钻探，始于1958年的安参井。安参井是滇黔桂地区最早的一口参数井。该井位于贵州安顺市市郊的安顺背斜上，于1958年8月15日开钻，1959年10月1日完钻，完钻井深2033.26米，井底层位为下二叠统底部砂岩。在钻遇下三叠统大冶组和二叠系时，有几处井漏，未见油气显示，也未进行试油。滇黔桂地区的中深井钻探至1989年底共完成216口，进尺41万米（表1–1–2，图1–1–2）。大多数集中于百色盆地（131口），其次分布于贵州赤水地区（25口），黔南坳陷有17口，南盘江坳陷11口、桂中及云南景谷盆地各6口。其余探井分布于滇东及滇东北地区、绥江地区、楚雄盆地、黔中、黔西南地区、十万大山盆地、合浦盆地及宁明盆地。

滇黔桂地区最深的探井是黔雅2井（地质矿产部第八普查勘探大队钻井）。该井位于黔南坳陷雅水背斜的南高点，井深4509米，钻开层位为下石炭统底部，井底层位为下泥盆统下部。井深大于4000米的探井，尚有位于南盘江坳陷坝林背斜上的盘参井和位于贵州赤水太和背斜构造上的太15井。

经过35年的石油勘探，总计完成了如表1–1–3汇总的工作量。

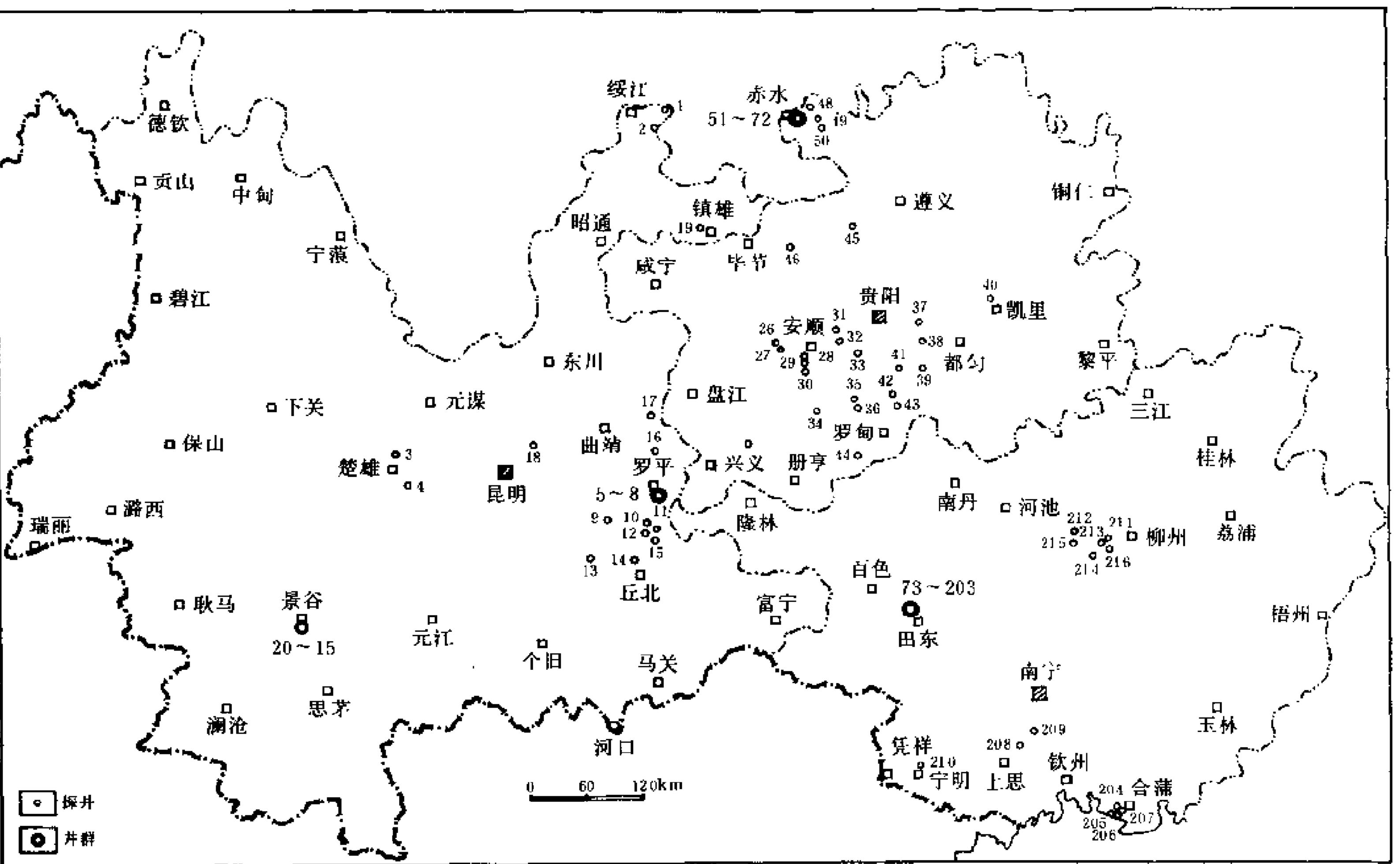


图 1-1-2 滇黔桂地区中深探井（井深≥1200米）分布图

表 1-1-2 滇黔桂地区中深探井（井深≥1200米）简表

地区或盆地	钻井数（口）	井 号[①] （图中编号）	开始钻井日期及井号	钻遇地层	油气显示井号	油气流井号
绥江地区	2	楼1井（1） 金1井（2）	1977.4.20 楼1井	P、S、O		
楚雄盆地	2	会1井（3） 乌1井（4）	1971.3.30 会1井	J		
南盘江地区	11	罗1井（5） 罗2井（6） 罗3井（7） 罗4井（8） 杨1井（9） 花1井（10） 设1井（11） 坝1井（12） 施1井（13） 塘2井（14） 盘参井（15）	1970.9.20 罗1井	T P C	罗1井 罗3井 设1井	
滇东及滇东北地区	4	法1井（16） 白1井（17） 新1井（18） 芒1井（19）	1970.8.23 法1井	C、D Є、Z、P_t		
景谷盆地	6	深1井（20） 深2井（21） 深3井（22） 深5井（23） 深6井（24） 深7井（25）	1971.3.31 深1井	N	深1、2、3、5、6、7井	
黔南地区	19	窑1井（26） 煤3井（27） 安参井(28) 新$^{59}/_{NO_1}$$^{\Delta}$(29) 新$^{60}/_{NO_2}$$^{\Delta}$(30) 观1井(31) 羊深1井$^{\Delta}$(32) 谷超深1井$^{\Delta}$(33) 火参井（34） 王参井（35） 王深1井$^{\Delta}$(36) 龙1井(37) 羊参井（38） 平参井（39） 庄1井（40） 雅参井（41） 雅超深井$^{\Delta}$(42) 黔雅2井$^{\Delta}$(43) 桑深1井$^{\Delta}$(44)	1958.8.15 安参井	T_2、T_1 P D S O Є	窑1井 谷超深1井 王参井 王深1井 庄1井 雅超深1井	
黔中地区	2	底1井(45) 方深1井$^{\Delta}$(46)	1966.3.14 底1井	P Є Z	底1井	
黔西南地区	1	兴参井（47）	1958.10.10 兴参井	P、C		

续表

地区或盆地	钻井数(口)	井　号① (图中编号)	开始钻井日期及井号	钻遇地层	油气显示井号	油气流井号
赤水地区	25	官1井 (48)　官2井 (49) 官3井 (50)　太1井 (51) 太2井 (52)　太3井 (53) 太4井 (54)　太5井 (55) 太6井 (56)　太7井 (57) 太8井 (58)　太9井 (59) 太10井 (60)　太11井 (61) 太12井 (62)　太13井 (63) 太14井 (64)　太15井 (65) 旺1井 (66)　旺2井 (67) 旺3井 (68)　旺4井 (69) 旺5井 (70)　旺6井 (71) 旺8井 (72)	1966.4.15 太1井	J、T_3 T_2、T_1 P_2、P_1 S、O	各井均有气显示	太1井 太2井 太3井 太4井 太7井 太8井 太10井 太11井 太12井 旺1井 旺3井 旺4井 旺5井 旺8井
百色盆地	131	色5井 (73)　江1井 (74) 江3井 (75)　江4井 (76) 雷2井 (77)　雷3井 (78) 坤1井 (79)　坤2井 (80) 坤4井 (81)　仑5井 (82) 仑8井 (83)　仑10井 (84) 新仑10井 (85)　仑12–1井 (86) 仑12–4井 (87)　仑12–7井 (88) 仑13井 (89)　仑13–2井 (90) 仑13–3井 (91)　仑13–4井 (92) 仑15–2井 (93)　仑15–3井 (94) 仑15–4井 (95)　仑20井 (96) 仑22井 (97)　仑28井 (98) 仑29井 (99)　仑30井 (100) 仑33井 (101)　仑34井 (102) 仑35井 (103)　仑35–1井(104) 仑35–2井(105)　仑35–3井(106) 仑35–4井(107)　仑35–5井(108) 仑35–6井(109)　仑35–7井(110) 仑35–9井(111)　仑35–10井(112)	1971.8.9 百1井	N、E、T	色5井　江1井 江3井　江4井 雷2井　雷3井 坤1井　坤2井 坤4井　仑5井 仑10井 仑12–4井 仑12–7井 仑13井 仑13–3井 仑13–4井 仑15–4井 仑22井　仑29井 仑33井　仑34井 仑35井　仑35–1井 仑35–2井 仑35–3井 仑35–4井 仑35–5井 仑35–6井 仑35–7井 仑35–9井 仑35–10井 仑36井　百5井	江1井 江4井 雷2井 雷3井 坤2井 仑13井 仑22井 仑34井 仑35井 仑35–2井 仑35–3井 仑35–4井 仑35–5井 仑35–6井 仑35–9井 百5井 百24井 百30井

续表

地区或盆地	钻井数(口)	井号[①] (图中编号)	开始钻井日期及井号	钻遇地层	油气显示井号	油气流井号
百色盆地	131	仑36井 (113)　百5井 (114) 百24井 (115)　百29井 (116) 百30井 (117)　百31井 (118) 百33井 (119)　百34井 (120) 百41井 (121)　百42井 (122) 百44井 (123)　百45井 (124) 百46井 (125)　百47井 (126) 百49井 (127)　百49-5井 (128) 百49-7井 (129)　百51井 (130) 百54井 (131)　百55井 (132) 百55-1井 (133)　百55-2井 (134) 百56井 (135)　百57井 (136) 百60井 (137)　百61井 (138) 百61-1井 (139)　百62井 (140) 百水1井 (141)　花1井 (142) 花2井 (143)　花3井 (144) 花4井 (145)　花5井 (146) 花8井 (147)　新花8井 (148) 百1井 (149)　百2井 (150) 百3井 (151)　百4井 (152) 百4-1井 (153)　百4-2井 (154) 百4-3井 (155)　百4-5井 (156) 百4-6井 (157)　新百4-6井 (158) 百4-7井 (159)　百4-8井 (160) 百4-9井 (161)　百4-10井 (162) 百6井 (163)　百6补井 (164) 百7井 (165)　百8井 (166) 百9井 (167)　百10井 (168) 百11井 (169)　百16井 (170) 百18井 (171)　百19井 (172) 百20井 (173)　百22井 (174) 百26井 (175)　百28井 (176) 百53井 (177)　百58井 (178)	1971.8.9 百1井	N、E、T	百24井　百29井 百30井　百31井 百33井　百34井 百42井　百44井 百45井　百46井 百47井 百49井 百49-7井 百51井 百54井 百55井 百55-1井 百55-2井 百56井 百57井 百60井 百61井 百61-1井 百水-1井 花1井 花2井 花3井 花5井 花8井 新花8井 百2井 百3井 百4井　百4-2井 百4-3井 百4-5井 百4-6井 百4-6井 百4-9井 百4-10井 百6井 百7井 百9井 百10井 百11井 百16井	百31井 百42井 百44井 百49-7井 百55井 百55-2井 百57井 百60井 百61井 花1井 花3井 花8井 百4井 百4-2井 百4-3井 百4-5井 新百4-6井 百4-10井 百10井 百16井 百22井 法1井 法3井 法3-2井 法3-3井 坤9井

续表

地区或盆地	钻井数(口)	井号[1](图中编号)	开始钻井日期及井号	钻遇地层	油气显示井号	油气流井号
百色盆地	131	法1井(179) 法2井(180) 法2-1井(181) 法3井(182) 法3-1井(183) 法3-2井(184) 法3-3井(185) 法3-6井(186) 法4井(187) 法5井(188) 法6井(189) 法9井(190) 法10井(191) 法11井(192) 法12井(193) 法13井(194) 法15井(195) 法16井(196) 法17井(197) 法19井(198) 法20井(199) 元1井(200) 坤7井(201) 坤9井(202) 平4井(203)	1971.8.9 白1井	N、E、T	百20井 百22井 百26井 百58井 法1井 法2井 法2-1井 法3井 法3-2井 法3-3井 法3-6井 法5井 法6井 法10井 法12井 法13井 法20井 元1井 坤7井 坤9井 平4井	
合浦盆地	4	西参2井(204) 西1井(205) 亚1井(206) 路1井(207)	1979.11.20 西参2井	N、E、S	西参2井 西1井 亚1井	
十万大山盆地	2	万参1井(208) 定1井(209)	1983.3.24 万参1井	J、T、P、D	万参1井	
宁明盆地	1	明1井(210)	1985.10.7 明1井	N、E、T	明1井	
桂中地区	6	柳深1井(211) 石探1井(212) 柳1井(213) 里高2井(214) 里1井(215) 桂参1井[2](216)	1959.10.4 柳1井	D		

①井名后括号内数字为图1-1-2中编号。

②地质矿产部中南石油地质局钻井。

③贵州石油普查勘探大队钻井。

表 1-1-3　滇黔桂地区石油勘探工作量统计表[①]

（截止 1989 年底）

省区	地面地质调查		重力测量	地震	钻井				备注
	普查 1：20 万 (km^2)	详查、细测 1：10 万～1：2.5 万 (km^2)	1：10 万、1：20 万 (km^2)	(km^2)	中深井 (≥1200m) (口)	进尺 (m)	浅井 (<1200m) (口)	进尺 (m)	
云南	38347	14598	4174（包括磁测）	2657	25	66142	127	59265	包括地质矿产部部分石油钻探工作量
贵州	22837	57646	3000（包括磁测）	3640	47	112310.76	215	121982	
广西	26729	25058	13146	5979	144	248678.5	307	161388	
合计	137913	97302	20320	12236	216	427131.26	649	342635	

①全区进行了 1：50 万航空重磁力测量。地面石油地质概查（1：50 万）面积在 25 万平方公里以上。

二、主要认识与成果

滇黔桂地区，有三个石油和天然气勘探领域，即新生界盆地勘探领域、中生界盆地勘探领域和上震旦统至中三叠统海相地层分布区勘探领域。

1.新生代沉积盆地勘探领域

滇黔桂地区分布有大小不等的新生界盆地近 200 个，大多数属山间或断陷中小型陆相沉积盆地。多数分布于云南及广西南部，面积大于 200 平方公里（或新生界沉积厚度大于 1000 米）者，计有 36 个（详见第四篇，图 4-0-1，表 4-0-1），总面积 23466 平方公里。经过不同程度勘探的新生界盆地，在广西有百色、合浦、南宁、宁明及上思盆地，在云南有景谷、昆明、越州等盆地。

广西百色盆地，自 1959 年发现林蓬含油构造、新州含油构造及那满含油构造以来，已发现 5 个油田、5 个含油气构造。五个油田是：塘寨、仑圩、花茶、子寅及上法油田（表 1-1-4），已控制含油总面积计 19 平方公里。至 1989 年底，已累计生产原油 41 万吨。

表 1-1-4　广西百色盆地油田统计简表

油田名称	发现年份 (年)	控制含油面积 (km^2)	含油层位	储集岩性	油藏类型
塘寨	1977	9.7	E_3b	砂岩	断块、岩性
仑圩	1977	2.4	E_2n	砂岩	断块、岩性
花茶	1978	3.4	T_2	石灰岩	断块
子寅	1983	1.7	E_2n	砂岩	断块、岩性
上法	1983	1.8	T_2	石灰岩	断块、基岩潜起

滇西的景谷盆地，面积仅92平方公里，但上第三系沉积厚度达2500米，在钻探中发现多层含油砂岩。1971年8月31日开始钻探的景深1井，1972年2月7日完钻，钻遇下第三系36米，完钻井深1560米。通过对上第三系的完井试油，共捞获原油34立方米。

本地区的新生界盆地，虽然都属中小型盆地，但数量多，具备生、储、盖组合条件，生油岩大多已进入成熟阶段，在勘探中已发现了一些油田和含油气构造。尚未进行勘探的重要的新生界盆地，主要分布在滇西，如陇川、盈江、瑞丽、潞西、保山和耿马等盆地。新生界盆地是本地区寻找中小型油田的现实勘探领域。

2.中生界盆地勘探领域

滇黔桂地区的中生界盆地，多叠覆于古生界至中三叠统海相地层之上。由上三叠统、侏罗系及白垩系组成，多为陆相碎屑岩。主要有楚雄盆地、十万大山盆地、桂平盆地、兰坪—思茅盆地以及四川盆地南缘伸入云贵的绥江地区和赤水地区（详见第三篇，图3–0–1），总面积107625平方公里（表1–1–5）。这些盆地的侏罗系和白垩系，多系红色地层，生油条件较差，在这些盆地中的主要勘探对象乃是侏罗系覆盖下的海相地层及上三叠统的煤系地层。各盆地中生油岩多已进入高成熟或过成熟阶段。因此，在勘探中应以找气为主。

表1–1–5　滇黔桂地区中生界盆地简况表

盆地名称	面积 (km^2)	主要勘探目的层	背斜构造 (个)	已钻探井 (井深≥1200m) (口)	油气显示 (层位)
赤水地区	3100	P、T	11	25	已发现气田2个 (P、T)
绥江地区	2400	P、T	11	2	
楚雄盆地	36500	J、T_3	71	2	
十万大山盆地	11525	P、T	16	2	油迹、沥青 (D?)
桂平盆地	2500	K_1	5		
兰坪—思茅盆地	51600	?	?		

贵州赤水地区，已发现太和、旺隆两个气田（详见第二篇第一章），至1989年底已累计生产天然气7亿立方米。太和、旺隆两气田是在背斜构造控制下的多储集层、多气藏（多裂缝系统）气田。二、三叠系储集层均为碳酸盐岩，储集类型为裂缝—孔隙型和裂缝型。

滇黔桂地区的中生界盆地，面积大，有较好的区域盖层，各盆地中已发现地面背斜构造（或经地震证实）114个。

3.上震旦统至中三叠统海相地层分布区勘探领域

该勘探领域系指滇黔桂红河—金沙江之东地区，面积57万平方公里。各层系油气苗及沥青显示普遍；各层系均有厚度不等的泥质岩类或碳酸盐类生油岩；存在多套生储盖组合；

已证实的地面背斜构造有 228 个。在黔南已发现凯里虎庄含油气构造，在黔南麻江已发现麻江志留系古油藏（详见第二篇）。二叠系及泥盆系的生物礁中已发现多处沥青显示。至今，虽然还没有重要的油气流发现，但是它仍应是中国南方海相碳酸盐岩分布区有含油气远景的地区之一。

该勘探领域石油地质条件比较复杂。燕山期的褶皱和喜山期的褶皱抬升强烈。各层系暴露地表的面积较多，下古生界各层系暴露地表面积占其分布面积的 6.5～42%，上古生界占其分布面积的 20～56%，三叠系占 75%。地面出露的碳酸盐岩面积约占全区面积的 40～60%。各层系生油岩有机质热演化程度高，大多数层系在大部分地区均已进人高成熟和过成熟阶段。因此，在以上震旦统至中三叠统为勘探目的层的油气勘探中，找气的领域，大于找油的领域。

该勘探领域，共有 18 个一级构造单元（详见第四章），它们是该地区的基本含油气单元。其中以黔南坳陷、南盘江坳陷、桂中坳陷及黔中滇东隆起上的次级构造单元梨子冲向斜带（表 1-1-6）含油气基本地质条件较好。是该领域开展油气勘探的有利构造单元。

表 1-1-6　滇黔桂海相地层分布区有利油气勘探构造单元简表

构造单元名称	面积 (km^2)	主要勘探目的层	地面背斜构造 (个)	已钻探井 (井深≥1200m) (口)	油气显示 (层位)
黔南坳陷	30000	D_2、O、S	51	17	含油气构造一个 (O、S)；古油藏一个 (O、S) 油气显示 (O、S、D、P、T)
南盘江坳陷	59600	P	38	11	气显示 (P_1)
桂中坳陷	42000	D_2、D_1	50	6	气显示 (C、D_2)
梨子冲向斜带	3360	Z	8		气显示 (T_1)

第二章　勘探历程

滇黔桂地区的石油地质调查始于本世纪初。1916年，发现了贵阳东郊倪儿关泡木冲三叠系晶洞油苗；1934年发现了贵州省炉山县翁项志留系石灰岩裂缝油苗；1935年在广西百色盆地内发现两处第三系含油砂岩，即那满、怀岩油苗。1937～1943年间，先后对云南蒙化油母页岩、邱北渭纳河油苗及兰坪油苗进行过调查。

滇黔桂地区系统的石油地质调查和勘探是从1954年逐步展开的。三十五年来，本地区的勘探历程，大致可分为四个阶段：即全面石油地质调查和初探阶段（1954～1962年），勘探调整阶段（1963～1969年），勘探恢复和发展阶段（1970～1984年）和集中勘探百色盆地阶段（1985～1989年）。

第一节　全面石油地质调查和初探阶段（1954～1962年）

1954年，燃料工业部所属101、113地质队，分别在广西百色盆地和贵州炉山县（后改为凯里）虎庄、翁项油苗点周邻地区进行1∶10万地质填图。

1955年，地质部中南地质局田阳普查队对百色盆地及桂西地区开展石油普查；1956年该队扩大更名为四八七队。

1956年，地质部在贵州成立五四八队，在炉山、安顺、关岭间开展1∶20万石油普查，并在虎庄背斜上进行了"56／CK_1井"的浅井钻探。

1957年，广西四八七队更名为广西石油普查大队；贵州的五四八队，扩组为贵州石油普查大队（后更名为第八石油普查大队）。1957年7月，地质部石油局派出云南踏勘队，对滇东及楚雄盆地进行路线踏勘。1957年11月，四川石油管理局，在贵州组建石油勘探大队。

1959年，贵州石油勘探局成立，下设黔东、黔西和云南三个勘探大队，统筹云南、贵州的石油勘探工作。同年，四川石油管理局组建广西石油勘探大队。至此，石油工业部和地质部两个系统的石油勘探队伍，在滇黔桂地区分别有了相对稳定建制。从此这两支石油勘探力量，协同工作，在滇黔桂地区的丛山峻岭中，展开了全面的石油地质普查和勘探。

该勘探阶段，完成石油勘探工作量及内容主要有如下三个方面：

一、地面石油地质调查

在初探阶段，为了尽快地认识滇黔桂地区石油地质基本条件，开展了大规模的地面石油地质调查。共完成1∶20万石油地质普查面积143600平方公里。完成1∶10万和1∶5万详查、细测面积87820平方公里。完成1∶10万重（磁）力测量面积10900平方公里。发现地面背斜构造120多个。证实和发现了一批油气苗。滇黔桂地区大部分地面石油地质调查工作量，是在该时期完成的（表1−2−1）。

1.贵州地区

在黔南进行了连片地质详查和细测，对黔西南、黔西北的一部分地面背斜进行了构造细测。1∶5万地质详查面积计有54331平方公里，1∶2.5万构造细测面积959平方公里。详

查、细测地面背斜构造 60 个。与此同时，还相应地开展了地层对比、构造对比、断裂细测、油气苗调查、区域地质大剖面及水文地质调查等工作。在黔南广顺、王佑等地开展了 1：10 万重磁力详查，详查面积 1000 平方公里。局部地区进行了地面电法及重磁力剖面调查。在安顺、雅水等地碳酸盐岩分布区作了极少量的地震试验。

表 1-2-1　滇黔桂地区 1954～1962 年地面石油地质调查工作量统计表

省区	1：20 万普查 (km^2)	1：10 万详查 (km^2)	1：5 万～1：2.5 万详查 (km^2)	1：10 万重（磁）力详查 (km^2)	地震 (km)	备注
云南	37453	1714	10835	4010	试验	三省区均进行了 1：50 万航空重磁力测量
贵州	20837	/	55209	1000	试验	
广西	85380	1351	18713	5910	试验	

2.云南地区

石油地质调查主要在滇东、滇东南及楚雄盆地开展。1：20 万石油地质普查面积 37453 平方公里，同时在上述地区的地面背斜构造上进行了 1：5 万构造细测，细测背斜构造 20 个，总面积 10835 平方公里。在滇东的师宗—泸西一带展开了 1：10 万重磁力详查，面积达 4010 平方公里。在楚雄盆地进行了地震方法试验。在此期间还先后开展了岩石物性、地层含油性等专题研究和综合研究。

3.广西地区

在桂中、桂西进行了 1：50 万石油地质概查，面积 4.7 万平方公里。在桂中、桂西及十万大山盆地完成了 1：20 万石油地质普查，普查面积 85380 平方公里。同时在上述地区开展 1：10 万详查，详查面积 1351 平方公里。在百色、南宁、宁明、上思等第三系盆地，桂平盆地及桂中、桂西的一些地面背斜构造上进行了 1：5 万详查，详查面积 18713 平方公里。详查地面背斜构造 40 个。

在此期间，地质部航磁队、重力队配合滇黔桂地区的石油地质调查，作了 1：50 万的航空重、磁力测量。

二、浅井钻探

浅井指的是井深小于 1200 米的探井。勘探初期，为了尽快地在油气苗分布地区发现浅油气藏，或者为了构造制图的目的，进行了大量的浅井钻探。该时期共完成浅井 417 口，进尺 197835 米（表 1-2-2）。绝大多数浅井分布在广西及贵州的油气苗集中分布地区。

1.广西地区

该勘探阶段，广西钻探浅井共 224 口，主要集中于百色盆地（176 口），桂中柳城地区（37 口）及南宁盆地（11 口），总进尺 90067 米。

（1）百色盆地　该盆地是第三系沉积盆地，面积 830 平方公里。第三系厚度 3000 米左右。1958 年 9 月 28 日，广西煤炭局 103 队在盆地东南部林蓬地区进行煤田钻探中，于井深 143 米钻遇下第三系那读组时发生天然气井喷。广西石油普查大队随即在林蓬部署林 1 井、

该井1959年2月18日开钻，3月12日完钻，完钻井深275米，于井深164.8～218.8米井段在下第三系那读组发现三层含油层，厚共为5.3米，经测试，日出油0.4立方米。之后在百色盆地田东凹陷进行了大量的浅井钻探，共完成浅井176口，进尺6.5万米，相继发现了那满、新州含油构造。含油层系除下第三系的那读组、百岗组外，在平1井的钻探中，发现盆地基岩中三叠统石灰岩岩芯中有油显示。

(2) 桂中柳城地区 桂中柳城地区是石炭系油苗集中分布地区。1959年9月，在柳城附近的洛岸背斜轴部钻探洛1井，钻至井深286米下石炭统泥质石灰岩时，发现井口喷出天然气，完钻后未测试。1959～1961年，在柳城、宜山、柳州一带的14个背斜构造上，共钻探浅井37口，进尺18683米。

此外在南宁盆地钻探浅井11口，进尺6384米。

表1-2-2 滇黔桂地区1956～1962年浅探井（井深<1200m）统计表

省区	井数 (口)	进尺 (m)	注
广西	224	90067	包括地质部、煤碳部系统部分钻井
贵州	190	107069	包括地质部系统石油探井
云南	3	1819	
合计	417	198955	

2.贵州地区

1956～1962年，贵州地区共钻探浅井190口，进尺107069米。主要分布在黔南坳陷的北部边缘油气苗分布地带、安顺地区以及坳陷中的一些背斜构造上。在黔西南坳陷、黔中隆起上的梨子冲向斜带亦有分布。现将浅井钻探主要地区情况叙述如下：

(1) 凯里虎庄、凯棠和翁项地区 该地区位于黔南坳陷的东北部，是坳陷中下古生界出露地区，志留系、奥陶系油苗集中分布。1956年，五四八队在虎庄背斜轴部钻探56／CK_1井，钻探中发现志留系砂岩（S_{1-2}^3）中产微量气（2.7立方米／日），在奥陶系石灰岩中产水（65.29立方米／日）。之后，贵州石油勘探局黔东大队继续在虎庄背斜上钻探浅井28口，进尺13630米。证实虎庄背斜志留系砂岩段含天然气。虎41井（图2-5-10）曾获日产天然气5400立方米。

1956年～1959年，在虎庄背斜之东的翁项地区（野山向斜）钻浅井9口，进尺4371.27米。在凯棠向斜钻浅井4口，进尺1600.32米。钻井中在志留系均见油显示。凯1井还捞获少量原油。

(2) 贵阳倪儿关及平坝羊昌河地区 这两个地区，位于黔南坳陷北缘，三叠系地层广泛出露，油气苗较多。1960～1961年，在倪儿关羊场司向斜共钻浅井16口，进尺5004.5米。在下三叠统石灰岩裂缝或晶洞中见到油显示。1960年，贵州石油普查大队，在平坝羊昌河向斜中钻探浅井6口，进尺2896.61米。在中三叠统石灰岩及泥灰岩中均见有油迹。

3.云南地区

该时期，仅在滇西景谷第三系盆地钻探浅井两口，进尺698.62米。发现上第三系含油砂岩。在景1井中，提捞原油1吨左右。云南省地质局在该盆地钻井38口，其中12口见到油显示。

三、中深探井（井深≥1200米）

滇黔桂地区中深探井的钻探，始于1958年的安参井。该时期的中深井，均布署在普查中发现的地面背斜轴部高点附近，共有14口，总进尺24612.27米。其中贵州有11口，广西3口（图1-1-2；表1-2-3）。贵州的11口探井，有9口分布于黔南坳陷的安顺、雅水、王佑、大窑、龙里、新场、观音洞和大煤山背斜上（图2-5-7），总进尺15943.25米。另外两口分别位于黔西南坳陷的兴仁背斜和火烘背斜，钻井进尺4351.39米。广西的3口井，分别位于桂中坳陷的柳江、里高和里苗背斜上，进尺4317.63米。

表1-2-3　滇黔桂地区1954～1962年中深探井统计表

构造单元	钻探构造（个）	井数（口）	进尺（m）
黔南坳陷	8	9	15943.25
黔西南坳陷	2	2	4351.39
桂中坳陷	3	3	4317.63
合　计	13	14	24612.27

部分中深探井情况如下：

1）雅参井：位于黔南坳陷长顺凹陷中的雅水背斜坡脚高点。雅水背斜是长顺凹陷中最大最完整的背斜之一。核部出露下石炭统下部及上泥盆统，以下石炭统大塘组底部砂岩顶为标准层，圈闭面积达491平方公里。雅参井的钻探目的是“探明雅水背斜地腹之志留系、奥陶系之存在与否及其含油气情况”。该井于1959年11月11日开钻，1961年8月29日完钻，井深2330.14米，井底层位为中泥盆统独山组宋家桥段（D_2d_2），未达设计目的层。钻井中未发现油气显示。

2）王参井：位于黔南坳陷长顺凹陷中的王佑背斜翁赖高点上。该背斜呈穹窿状，核部出露中泥盆统独山组宋家桥段上部（D_2d_2），以上泥盆统底为标准层，闭合面积142.6平方公里。该井于1961年5月22日开钻，至1962年2月钻至井深940.48米（层位仍属宋家桥段），因钻机调动而中途停钻。到1969年9月29日又在原孔位上继续钻进，至1974年8月钻达井深3946.21米，井底层位为中泥盆统下部。1975年元月8日完井，钻探历程长达13年又7个月，跨越滇黔桂地区三个勘探阶段。60年代中期，在王参井的原孔位上曾两度竖立井架，但因种种原因，还未钻进即行“下马”。因此在王参井的钻探过程中有“四上三下”的特殊经历。钻井过程中有几处气测异常，完钻后未进行测试。

3）兴参井：位于黔西南坳陷兴仁背斜上。兴仁背斜呈北东向，核部出露下二叠统，地表地层圈闭面积1047平方公里，是石油勘探初期发现的地表最大背斜构造。设计的钻探目的层是泥盆系。该井于1958年10月10日开钻，1960年3月27日完钻，井深2934.02米，

井底层位为下石炭统石灰岩。所钻遇的二叠系、石炭系几乎均为碳酸盐岩。钻探过程中有16次井漏，漏失总量大于884立方米。在井深1065～1075米，1195～1200米，2204～2223米及2298.74～2316米井段，共有4个低压水层。于井深2204～2316米井段进行混合测试，取得水样为淡水，矿化度为899mg/l，水型为$NaHCO_3$型。初步分析认为其地层水淡化的基本原因是兴仁背斜地腹缺乏盖层，深部地层水与地表水连通。

四、主要认识和成果

1954～1962年，是滇黔桂地区石油勘探的初创时期。通过九年的地面石油地质调查和勘探，形成了本地区系统的石油地质资料，并对本地区的石油地质条件有了初步的认识。

①滇黔桂地区（红河—金沙江之东）有了1：100万和1：50万地质图，部分地区有了1：20万地质图，许多地面背斜构造分布地区有了1：5万或1：2.5万地质图。它们是认识本地区石油基本地质条件和指导油气勘探的基础资料。

②初步确立了自震旦系至三叠系海相地层分布区的地层系统、地层分布及地层间的接触关系。对上三叠统及其以上的中生界陆相地层的划分有了初步认识；对新生界的分布有了初步了解。

③基本上认识了滇黔桂地区沉积岩分布范围内的主要褶皱、断裂分布特征，初步地划分了区域构造单元。对自震旦系以来十数次构造运动的性质和规模有了不同程度的了解。

④证实和发现了大量油气苗、沥青点，在钻探中发现不少油气显示，了解了油气苗集中分布的层位和地区。对各层系的生储盖组合状况，有了初步的认识，认识到本地区有多套生储盖组合。

⑤在钻探过程中，虽在百色、景谷新生界盆地发现了含油气构造或含油层系，但把寻找油气田的希望，主要寄托于海相地层分布地区。认为大型油气田应在海相地层分布地区，寄希望于黔南坳陷、桂中坳陷及滇东地区。中深井钻探的布署反映了这一思想。

第二节　勘探调整阶段（1963～1969年）

为了执行国家"调整、巩固、充实、提高"的经济建设方针，该阶段在云南、广西的石油勘探基本上处于停滞状态。1961年9月贵州石油勘探局缩编为云贵石油勘探大队，1963年5月改名为云贵石油勘探处。1962年2月王参井的钻探中途停钻后，贵州的石油勘探也处于留守状态。

1965年之前，贵州的石油地质工作者，以室内工作为主，进行了资料整理，编制了地层、构造、油气苗点及钻井等各类数据卡片，基础图幅以及石油地质图册等。与此同时还开展了专题研究工作。对黔南的泥盆系、二叠系的地层划分、对比及含油性，以及贵州及滇东地区志留纪至石炭纪古构造和沉积相进行了较系统的研究；并对黔南坳陷的构造特征进行了研究。开始了生油岩有机质热演化资料的搜集。此外对贵州地区的少量地震试验资料及地球物理资料进行了整理总结。

1965年，四川威远震旦系中发现天然气流。在这一重大发现启迪下，开始对黔北地区进行石油地质调查和勘探。

1966年，对黔北上震旦统及下寒武统的地层及生储盖条件开展研究。为准备钻探，选择了圈闭条件较好、震旦系保存好的安底、九坝、威信（在滇东北）、鱼洞、大方及沙厂等背斜构造进行1：5万构造详查，详查面积2136平方公里。

1966年3月，在安底构造上，开始“底1井”的钻探。底1井位于黔北金沙县安底背斜上（图1—4—9），该背斜在区域构造位置上属黔中隆起大方背斜带，核部出露中、上寒武统白云岩。底1井完钻井深1282.32米，钻入震旦系灯影组白云岩17米，经测试日产水3300立方米，证明灯影组白云岩在安底背斜圈闭中为水层。

1966年，四川石油管理局在贵州赤水地区（四川盆地伸入贵州部分）进行钻探。早在50年代，四川石油勘探局派出石油地质队在赤水地区进行石油地质调查，发现了太和、旺隆等背斜构造。1966年4月15日，在太和背斜顶部钻探太1井，同年8月21日完钻，完钻井深1384.11米，井底层位为下三叠统嘉陵江组二段三层（Tc_3^3），经对嘉陵江组四段一层（Tc_1^4）至Tc_3^3层段测试，日产天然气25万立方米，日产水24立方米。1966年5月15日，在旺隆构造顶部钻探旺1井，同年12月29日完钻，完钻井深1531.95米，井底层位为Tc_3^2，1967年1月经对Tc_3^2层测试，日产天然气38万立方米。四川石油管理局在太和、旺隆背斜上，共钻探井8口，进尺13208.23米，发现了太和、旺隆两个气田。

该时期的中深探井情况见图1—1—2；表1—2—4。

表1—2—4　滇黔桂地区1963～1969年中深探井统计表

构造单元	钻探构造（个）	井数（口）	进尺（m）	备注
赤水地区	2	8	13208.23	四川石油管理局钻探
大方背斜带	1	1	1282.32	
合　计	3	9	14490.55	

该时期的主要勘探成果，是在赤水地区发现了太和、旺隆气田。在后来的勘探中，逐步重视对滇黔桂地区的中生界盆地开展研究和勘探。

第三节　勘探恢复和发展阶段（1970～1984年）

1970年，云南、广西的石油勘探队伍相继恢复，贵州的石油勘探力量也有调整。1969年8月地质部第八普查勘探大队（原贵州石油普查大队）组成广西分队。1970年，广西分队先划归广西壮族自治区重工业公司，组成第十地质队，在广西进行石油普查。1972年，第十地质队划归广西燃料化工局，改名广西石油普查大队，归属石油工业部系统，之后，更名为广西石油勘探指挥部。1970年2月，云南石油会战指挥部组成。1978年石油工业部滇黔桂石油勘探指挥部成立，后更名为滇黔桂石油勘探局，统辖云南、广西和贵州的石油勘探指挥部。

该时期，对中生界、新生界盆地加强了勘探。增加了地震勘探工作量，加强了区域探井的钻探和综合研究工作。

一、地面石油地质调查和地震勘探

1.地面石油地质调查

该勘探阶段，多在中生界陆相盆地开展地面石油地质调查。在广西十万大山盆地再次进

行1：20万石油地质普查，普查面积11400平方公里；对广西桂平盆地作了1：10万石油地质调查，面积2500平方公里。对上述地区的部分地面背斜构造进行了1：5万详查，总计详查面积5344.5平方公里。在云南的绥江地区（四川盆地伸入滇东北部分）完成地面详查面积1447平方公里。

2.地震勘探

该时期共完成地震测线长8528公里。在中生界盆地完成地震测线长6306公里，占地震测线总长度的四分之三。其中在云南楚雄盆地完成了横贯全盆地东西向及南北向地震大剖面各一条，另外对会机关、乌浪岔河背斜进行了地震详查，总计测线长1244公里，其中多次覆盖剖面634.8公里；在广西十万大山盆地完成多次覆盖剖面长1647.5公里，贵州赤水地区完成1255公里，云南绥江地区完成533.4公里。在广西百色新生界盆地完成地震测线长1181公里，多集中于田东凹陷。此外在广西宁明、上思、合浦、南宁盆地及云南的景谷盆地等均有地震测线分布。

在上震旦统至中三叠统海相地层勘探区，地震勘探集中于南盘江坳陷。在该坳陷中共完成地震测线长1833公里，其中多次覆盖测线长1480公里，对坝林背斜（云南）、潞城背斜（广西）及秧坝背斜（贵州）进行了地震详查，证实了在三叠系砂泥岩覆盖下有古生界背斜或隆起；所测制的横贯坳陷的两条地震大剖面，为认识坳陷的结构提供了深层资料。此外在黔南坳陷的王佑背斜、虎庄背斜、安顺背斜及广顺背斜等进行了地震试验勘探，共完成地震测线长389公里。

除完成上述地震勘探工作量外，在广西十万大山盆地，宁明、上思盆地开展了1：10万重力详查，详查面积7236平方公里。

二、区域钻探

1.浅井钻探

1970年～1984年，滇黔桂地区共钻探浅井224口，总进尺141053.49米。浅井主要分布在云南、广西的第三系盆地，贵州地区亦有分布。

（1）云南地区　该时期，云南地区的浅探井共完钻124口，总进尺57445.88米。景谷盆地有66口，进尺31295.23米。昆明盆地45口（昆明盆地的浅井数，这里指的是有天然气显示的井数），进尺21386.89米（详见第四篇），越州盆地6口，程海盆地6口，进尺4190.4米，另外在滇东的罗平构造上亦有浅探井。现将越州盆地和程海盆地的浅井钻探情况简述于后。

1）越州盆地：该盆地位于滇东曲靖附近，属第三系盆地，面积696平方公里，在煤田钻井中有4口井冒天然气，可燃，火焰呈蓝色。1972年，据煤田调查及石油普查资料，认为盆地中有次级正向构造，1973年，在盆地正向构造上钻浅井6口，均钻穿第三系进入基岩，未见任何油气显示。钻井证明盆地中心不存在背斜构造。

2）程海盆地：该盆地位于滇西永胜县之南，属第四系小盆地。为了调查程海气苗，1978年进行了钻探，共钻探井6口，进尺4190.4米。有3口进入基岩二叠系石灰岩。对其中的2口井中途测试，证实产热水，含微量气，水温56～57℃，日产水量613～3700立方米。

（2）广西地区　该时期，广西地区的浅探井共有75口，进尺68694.48米。其中百色盆地63口，进尺56338.55米。合浦盆地12口，进尺12355.93米。

仑2井：1977年3月16日在百色盆地田东凹陷北部仑圩断块开钻，1977年6月13日

完钻，完钻井深 844.08 米，井底层位为盆地基岩中三叠统。钻井过程中在下第三系那读组砂岩中发现油显示，经测试获日产原油 7 吨。仑 2 井是仑圩油田的发现井。

仑 4 井：1978 年，在田东凹陷花茶断块开钻（图 4-1-18，19）。该井于同年 7 月 6 日完钻，完钻井深 662.17 米，井底层位为中二叠统石灰岩，在中三叠统石灰岩裂缝中发现油显示。1978 年 7 月 29 日，在仑 4 井之南钻探仑 22 井，经测试，在中三叠统石灰岩中日初产原油 33 吨。仑 4 井和仑 22 井是花茶油田的发现井。

仑 16 井：1983 年在田东凹陷北部开钻，1983 年 7 月 11 日完钻，完钻井深 1070 米，井底层位为中二叠统板纳组。在第三系那读组砂岩中发现油显示，经测试日初产原油 16 吨。1984 年 9 月，在仑 16 井之东 2 公里钻探仑 35 井，在那读组砂岩中有油侵，经测试日初产原油 48.96 吨。仑 16 井、仑 35 井分别是子寅油田东、西两断块的发现井。

（3）贵州地区　1970 年至 1973 年，贵州共完成浅井 25 口，进尺 14913.13 米。

贵州的浅探井主要分布在 60 年代初曾进行过浅井钻探的凯里虎庄、凯棠及平坝羊昌河地区。在虎庄背斜钻探浅井 7 口，主要分布在该背斜西北翼桐木树断层及鱼洞断层附近（图 2-4-12），虎 47 井在下奥陶统石灰岩中有油显示，经酸化压裂后，曾捞获原油 2.3 吨。

另外在黔北石阡志留系油苗附近及黔中隆起梨子冲向斜带亦有浅井分布。

该时期滇黔桂地区浅探井的分布及进尺统计见表 1-2-5。

表 1-2-5　滇黔桂地区 1970～1984 年浅探井（<1200m）统计表

省区	钻探地区	井数（口）	进尺（m）	合计	
				井数（口）	进尺（m）
广西	百色盆地	63	56338.55	75	68694.48
	合浦盆地	12	12355.93		
云南	景谷盆地	66	31295.23	124	57445.88（未包括越州盆地 6 口井进尺）
	昆明盆地	45	21386.89		
	越州盆地	6			
	程海盆地	6	4190.4		
	罗平背斜	1	573.36		
贵州	虎庄背斜	7	4502.73	25	14913.13
	凯棠向斜	5	2151.82		
	羊昌河向斜	7	4207.47		
	黔　北	6	4051.11		
合　计		224	141053.49		

2.中深井钻探

1970～1984 年，滇黔桂地区共完成中深探井 115 口，进尺 248112.2 米（表 1-2-6），其中在新生界盆地有中深探井 66 口，占该类探井总数的二分之一，主要分布在百色盆地。在中生界盆地中有中深探井 21 口。在上震旦统至中三叠统海相地层勘探区有中深探井 28 口，主要分布于南盘江坳陷、黔南坳陷、桂中坳陷及滇东地区。在上述 28 口探井中，有 7 口是地质矿产部第八普查勘探大队钻探的，它们主要分布在黔南坳陷。桂中坳陷的桂参 1 井系地质矿产部中南石油地质局钻探。

表 1-2-6 滇黔桂地区 1970～1984 年中深探井（≥1200m）统计表

省区	构造单元	钻探地区或构造（个）	井数（口）	进尺（m）	合计	
					井数（口）	进尺（m）
广西	百色盆地	田东凹陷	58	92679.98	64	108846.13
	合浦盆地	西场凹陷	2	5209		
	十万大山盆地	1	1	3200.2		
	桂中坳陷	2	3	7756.95		
云南	景谷盆地		6	10562	25	66142
	绥江地区	2	2	5098		
	楚雄盆地	2	2	5064		
	南盘江坳陷	7	11	35494		
	滇黔北部坳陷	1	1	2278		
	黔中滇东隆起	3	3	7646		
贵州	赤水地区	3	16	42717.71	26	73124.07
	黔南坳陷	7	8	25911.99		
	罗甸断坳	1	1	2023		
	黔中滇东隆起	1	1	2471.37		
合计		33	115	248112.2		

各地区主要中深探井的钻探情况如下。

(1) 百色盆地 该时期，在百色盆地钻的中深探井共 58 口，总进尺 92679.98 米。

百深 5 井：1973 年 8 月 17 日，根据地震成果在田东凹陷北部的南伍断块开钻，1974 年 2 月 14 日完钻，完钻井深 1886.31 米，井底层位为第三系那读组，在井深 1674～1830.2 米下第三系百岗组中发现 11 层油砂，共厚为 21.8 米。经测试日初产原油 0.4～1.4 吨。该井是塘寨油田的发现井。

百 4 井：1979 年 1 月 11 日，在田东凹陷南部斜坡带上法构造开钻，同年 9 月 28 日完

钻，完钻井深1645米，井底层位为盆地基岩中三叠统石灰岩，在石灰岩中发现油显示，经测试，日初产原油2.3吨。该井是上法油田的发现井。

(2) 赤水地区　四川石油管理局在赤水地区发现太和、旺隆两气田后，于1973年移交贵州石油勘探指挥部继续勘探、开发。在太和、旺隆两气田上共完成探井13口，在官渡构造上完成探井3口，发现官渡构造为一含气构造。

(3) 其它中、新生界盆地　1971～1974年，在云南景谷盆地钻探中深探井6口，均钻入盆地基岩下第三系。在上第三系中均见到油砂或油迹。景深1井经测试，日初产原油0.8立方米，日产水4.9立方米。

1979～1981年，在合浦盆地钻两口中深探井。西1井钻人白垩系乌家组，西参2井钻入盆地基岩志留系，在下第三系酒席坑组砂岩中见油迹和沥青。

1971～1979年，在楚雄盆地会机关和乌浪岔河背斜上，完成探井两口，未见油气显示。

1977～1979年，在滇东北绥江地区楼东和金塘背斜上各钻探井1口，楼1井在三叠系及二叠系中获四层水层，并见少量溶解气，日畅流水量为3168立方米。金1井在二、三叠系中也是水层。

1983～1984年，在十万大山盆地那琴凸起的上英—古律背斜上钻探万参1井，井深3200.2米，井底层位为泥盆系。在井深1817～1821米的泥盆系(?)白云岩岩屑中，用荧光照射，发现含油斑岩屑70余粒，经测试未获油气。

(4) 上震旦统至中二叠统海相地层分布区

1) 南盘江坳陷：1970～1983年，在坳陷中共完成中深探井11口，进尺35494米。

盘参井：位于南盘江坳陷坝林宽向斜坝林背斜（地震证实的地下构造圈闭）范围内。1980年2月23日开钻，1983年6月22日完钻，完钻井深4435米，进入石炭系228米，在上二叠统玄武岩及下二叠统茅口组石灰岩的岩芯、岩屑中多次见到沥青和油迹。中途测试及完井测试皆产少量水。在水的溶解气中，含甲烷5.48%，乙烷0.019%。盘参井是滇黔桂地区井深大于4000米的三口深探井之一。

罗4井：位于南盘江坳陷师宗断阶的罗平构造上，该构造共钻探4口中深探井。该井于1977年11月13日开钻，1983年5月28日完钻，完钻井深3655.58米，钻入下二叠统茅口组石灰岩102.58米，对玄武岩及茅口组石灰岩的漏失层中途测试时，皆有气涌出。经分析甲烷含量分别为28.48%和17.8%，氦0.16%和0.24%，但完井试油皆产水。

2) 黔南坳陷：1972～1984年在黔南坳陷及其南邻罗甸断坳共钻探井9口（图2-5-7）。其中6口系地质矿产部第八石油普查勘探大队钻井。

庄1井：位于虎庄背斜顶部，1972年9月19日开钻，1974年7月29日完钻，完钻井深2945米，井底层位为下寒武统牛蹄塘组，未钻达设计目的层上震旦统白云岩。在井深2913.35～2915.82米牛蹄塘组的石灰岩岩芯中有54处冒气，同时在井深2912、2915米井段有气测异常，前者全烃由0.11%上升到0.5%，重烃由0.06%上升到0.11%；后者全烃由0.1%上升到0.25%，重烃由0.06%上升到0.07%。该井完钻后，至1976年1月30日进行测试，无油气水产出。

桑深1井：系地质矿产部第八普查大队所钻探井，位于罗甸断坳桑郎背斜顶部。该背斜核部出露中泥盆统深灰黑色泥岩、灰质泥岩及泥质粉砂岩，属盆地相沉积物。该井的钻探目的是：①探下泥盆统塘丁组（D_1t）下部砂岩及下古生界顶部古侵蚀面为主要储集空间的可能

油气藏；②作为区域控制井。该井设计井深3200米，终孔层位为中、上寒武统。该井于1978年4月23日开钻，1979年10月25日完钻，钻入D_1t泥岩、灰质泥岩422米，完钻井深2023米。井孔至上而下均为灰黑色泥岩，夹少量泥质粉砂岩及粉砂质泥岩。钻井过程中未见油气显示。

3）其它地区：1970～1974，在滇东地区（属滇东黔中隆起）完成中深探井3口，即位于白水背斜顶部的“白1井”、位于法本背斜顶部的“法1井”及“新1井”。其中白1井、新1井已钻入震旦系，法1井钻入元古界昆阳群，经测试产少量水。在滇东北地区（属滇黔北部坳陷）芒部背斜上钻探的“芒1井”，亦钻入震旦系，经测试日产水74.6立方米。桂中坳陷共完成中深探井3口，均在泥盆系中钻进，未见油气显示。此外地质矿产部第八普查大队在黔中隆起大方背斜带上的大方背斜顶部，完成“方深1井”的钻探，该井完钻井深2471.37米，钻入元古界板溪群。

三、主要成果和认识

通过1970～1984年的勘探，有如下主要成果和认识：

①在百色新生界盆地发现5个油田，即仑圩、子寅、上法、塘寨及花茶油田。这些油田是在50年代石油普查中用浅井钻探发现含油构造的基础上，开展地质、地震、钻井、测井及试油“五位一体”的综合勘探成果。

②勘探、建设和开发贵州赤水地区太和、旺隆气田，1978年气田集输管线建成，两气田正式投入开发，1984年，年产天然气2977万立方米。

③勘探工作已向中、新生界盆地集中，钻井和地震工作量逐步增大；地震勘探的技术和装备有所提高和改善，地震成果的质量有提高。

④1980～1984年，在石油工业部的统一布署下，对滇黔桂地区上震旦统至中三叠统海相地层勘探区进行了油气资源评价，较系统地总结了滇黔桂地区历年来的勘探和研究成果。对上震旦统至中三叠统的资源潜力及其分布进行了预测和评价。石油的资源潜力为1～15亿吨，天然气的资源潜力为3000～9200亿立方米。

⑤在该勘探阶段，对楚雄盆地上三叠统和十万大山盆地分别进行了早期资源评价。

第四节　集中勘探百色盆地阶段（1985～1989年）

1985～1989年，滇黔桂地区大部分勘探力量集中于百色盆地，其它地区仅有少量勘探工作量（表1-2-7）。

一、百色盆地

该时期，在百色盆地共完成地震测线长2240公里，均为多次覆盖，其中三维地震测线长162.15公里。完钻探井81口，总进尺130841米，其中中深探井73口，进尺128214.24米。浅井8口，进尺2626.76米。探井试油73口，试油层数计147层，获工业油流井22口，控制含油面积总计19平方公里。在盆地中的那百凸起发现了雷公含油构造，在百色凹陷中发现了江泽含油气构造。在田东凹陷的花茶油田中，发现了“花茶高断块”、“花茶断块”、“花5块”油藏。在仑圩油田中发现了“仑16块”油藏。

二、其它地区

1985～1989年，在楚雄盆地完成地震多次覆盖测线长340公里。在贵州赤水地区完成地震测线长503公里；在太和气田上完成了“太15井”的钻探，完钻井深4401.5米，井底层

位为下奥陶统。三叠系、二叠系及志留系均有天然气显示。1987年6月6日至7月29日，对中奥陶统宝塔组石灰岩进行测试，日产水18立方米。此外在合浦盆地完成探井两口，进尺3200米；在十万大山盆地及宁明盆地各完成探井1口。

表1-2-7 滇黔桂地区1985～1989年勘探工作量统计表

省区	构造单元	地震勘探(km)	钻井			
			中深井(口)	进尺(m)	浅井(口)	进尺(m)
广西	百色盆地	2240	73	128214.24	8	2626.76
	合浦盆地		2	3200		
	十万大山盆地		1	2700.32		
	宁明盆地		1	1400		
贵州	赤水地区	503	1	4401.5		
云南	楚雄盆地	340				
合计		3083	78	139916.24	8	2626.76

通过35年的勘探，认识到滇黔桂地区有三大勘探领域：①新生界盆地勘探领域，它是本地区寻找中小型油田的现实领域，在百色盆地中已发现油田；②中生界盆地勘探领域，它们是本地区勘探天然气有前景的领域，在贵州赤水地区已发现气田；③上震旦统至中三叠统海相地层分布区勘探领域，它是中国南方海相碳酸盐岩分布区有含油气远景的地区之一。

第三章　区 域 地 层

滇黔桂地区，在红河—金沙江之东，分属扬子准地台和华南褶皱系两大构造单元，在不同的基底岩系之上，沉积岩十分发育（表1–3–1）。大致可分为四套，即①震旦系至志留系（主要发育于扬子准地台）；②泥盆系至中三叠统；③上三叠统、侏罗系和白垩系；④第三系和第四系。震旦系至中三叠统主要为海相沉积，以碳酸盐岩为主，分布广泛，岩性组合复杂，累计厚度大于13000米。上三叠统、侏罗系和白垩系，主要为陆相沉积，以碎屑岩为主，主要分布于楚雄盆地、十万大山盆地、桂平盆地及滇东北的绥江地区和贵州的赤水地区，在桂南、黔南及滇东地区亦有零散分布。第三系是本地区最不发育的地层，大多属陆相中小型山间或断陷盆地沉积，盆地间彼此相隔，地层发育不全，各盆地间岩性、厚度差异大。

第一节　震旦系至志留系

震旦系至志留系，广泛展布于区内扬子准地台范围内，是在较稳定的构造环境下的沉积层系，总厚4000米左右，大部分地区以碳酸盐岩为主。

一、震旦系

震旦系可分上下两个统。下统主要以冰川相类磨拉石及冰水相碎屑岩为主，其中间夹间冰期的含砾砂页岩及条带状赤铁矿。在黔东南地区，地层发育完整、下部略有轻微变质，厚度大，可达5000米，与下伏基岩（板溪群）为整合或假整合接触。由此往北往西至云南中东部，地层发育不全，地层厚度锐减，大部地区仅有南沱冰碛层。它是地台上第一套盖层。

震旦系上统分两个组，下部称陡山沱组，上部称灯影组（桂北称老堡组）。

陡山沱组：各地岩性差异较大。黔东南、桂北由碳质页岩及泥岩夹白云岩组成，产微古植物，厚为41～185米。黔东及黔东北为碳质页岩夹泥质白云岩，含藻类化石，厚为15～170米。黔中及黔北为一套碳酸盐岩、泥页岩及粉砂岩、夹磷块岩，藻类化石丰富。厚为47～146米，滇东以石英砂岩为主，局部夹石灰岩，厚为50～150米。

灯影组：在黔东北及黔东为细晶白云岩夹硅质岩。黔中及黔北为结构复杂的白云岩，含多种藻类化石，厚为20～900米。桂北主要为硅质岩夹碳质页岩，在广西三江厚为177米，向西变薄，至黔东南厚度仅为20米。

二、寒武系

寒武系主要出露于黔东、黔北及滇东地区；在滇东南及桂北也有零星出露。地层划分与对比参见表1–3–2。

*1.*下寒武统

由泥页岩与碳酸盐岩夹砂岩组成，厚度为100～1600米，以黔北剖面为例自下而上可分为：

(1) 牛蹄塘组　为黑色碳质页岩、黄绿色页岩、砂质泥岩夹粉砂岩（图2–2–7）。上部富含钙质，底部有硅质岩及磷块岩。与下伏灯影组呈假整合。厚度为200～500米。产油节虫类、盘虫类化石等。

表1-3-1 滇黔桂地区地层系统简表[1]

地层			厚度(m)	岩性组合	油气苗		
界	系	代号			★ 油苗	δ 气苗	△ 沥青
新生界	第四系	Q	0～1000	粘土、粉砂、砾石、泥土层(昆明盆地最发育)		δ	
	上第三系	N	0～2500	泥岩、页岩、砂岩及粉砂岩	★		
	下第三系	E	0～2200	泥岩、砂岩及薄煤层	★	δ	
中生界	白垩系	K_2	180～1800	石英砂岩、砂岩夹泥岩	★		
		K_1	0～2100	长石石英砂岩、石英砂岩、泥岩及粉砂岩			
	侏罗系	J_3	400～2500	砂、泥岩互层			△
		J_2	500～2600	砂岩、泥岩及泥灰岩			
		J_1	200～3000	石英砂岩、粉砂质泥岩夹泥灰岩			
	三叠系	T_3	0～6600	泥页岩、砂岩夹煤层		δ	△
		T_2	70～3100	白云岩、石灰岩夹页岩及膏盐,部分地区为砂泥岩	★	δ	△
		T_1	70～1900	白云岩、石灰岩及砂、泥岩	★	δ	△
上古生界	二叠系	P_2	20～1100	砂、泥岩及石灰岩夹煤层,部分地区下部有玄武岩	★	δ	△
		P_1	150～1900	石灰岩、白云岩、夹硅质岩,底部为砂、泥岩	★		△
	石炭系	C_{2+3}	0～2200	石灰岩及白云岩,部分夹硅质岩	★	δ	△
		C_1	0～2900	石灰岩、白云岩及泥页岩、砂岩夹煤线	★	δ	△
	泥盆系	D_3	0～2200	石灰岩、白云岩,部分为泥质条带石灰岩、硅质岩	★	δ	△
		D_2	0～4500	石灰岩、泥质灰岩、白云岩及砂岩、页岩	★	δ	△
		D_1	0～2200	石英砂岩、砂砾岩、泥岩及石灰岩、白云岩		δ	△
下古生界	志留系	S_3	0～1000	页岩、砂岩及泥质石灰岩			
		S_2	200～1300	泥页岩夹砂岩	★	δ	△
		S_1	0～1000	泥页岩夹石灰岩、砂岩	★	δ	△
	奥陶系	O_3	0～60	页岩、泥灰岩及石灰岩			
		O_2	0～700	泥灰岩、石灰岩及砂岩、泥页岩	★	δ	△
		O_1	50～1200	石灰岩、白云岩、页岩及砂岩	★	δ	△
	寒武系	$\in_{2+3}$	400～1400	白云岩、石灰岩及泥质白云岩		δ	△
		$\in_1$	100～1600	泥页岩及砂岩、粉砂岩;石灰岩及白云岩	★	δ	
	震旦系	Z_2	100～1200	白云岩、石英砂岩及页岩、磷块岩		δ	△
		Z_1	50～5000	含砾砂泥岩			

① 下古生界在华南褶皱系为类复理石砂泥岩。　～～～ 不整合　— — — 假整合　——— 整合

表1-3-2　滇黔桂地区寒武系对比简表①

地区		滇东南	滇东	滇东北	黔北、黔南	黔东、黔东北	三都
上覆		O_1		O_1	P_1　O_1	O_1	O_1
寒武系	上统	博莱田组 564~2505		二道水组 115~327；娄山关组(群)	娄山关组(群) 731~930	毛田组 105~231；追屯组	三都组 872~1433
		唐家坝组 209~1582				后坝组 318~515；比条组 乍夫组	
		歇场组 131~182~397				平井组 224~515；花桥组	都柳江组
	中统	龙哈组 589~732~1500	双龙潭组 0~182	龙王庙组 49~182；石冷水组	石冷水组 140~400	石冷水组 194~261；敖溪组	
		田蓬及大丫口组 177~580~1259	陡坡寺组 50~70	陡坡寺或高台组 21~38	高台组 9~100	高台组 3~89~326	
	下统	大寨组 36~68	龙王庙组 86~272	清虚洞组 240~285	清虚洞组 170~388	清虚洞组 112~463	渣拉沟组 100~400
		冲庄组 143~663	沧浪铺组：乌龙阶段 54~347	金顶山组 97~172	金顶山组 108~250	杷榔组；变马冲组；214~727	
		猫猫头组 147~252	沧浪铺组：红井哨组 181~251	明心寺组 191~202	明心寺组 191~202	九门冲组；上段 14~494	
		浪木桥组 98~471	筇竹寺组 梅树村组 54~347	牛蹄塘组 106~300	牛蹄塘组 106~300	九门冲组；下段 44~221	
下伏		Z（?）	Z_2	Z_2	Z_2	Z_2	Z_2

① 表中数字为地层厚度，单位为m。

(2) 明心寺组　下部 20～50 米为石灰岩、生物灰岩及瘤状石灰岩，局部发育成古杯海绵点礁，是一区域标准层。上部厚为 70～120 米，为灰绿色砂质泥岩夹砂岩。产三叶虫化石。

(3) 金顶山组　为黄绿色云母质砂、泥岩、夹鲕状石灰岩及生物屑灰岩，产三叶虫等化石，局部形成点礁。厚度为 100～200 米。

(4) 清虚洞组　底部常有一层厚为数米的鲕状石灰岩，下部为灰及深灰色石灰岩、豹皮状石灰岩，上部为白云岩、泥质白云岩夹少量砂页岩，局部夹薄层石膏。产三叶虫等化石，厚为 130～250 米。

下寒武统在湖南泸溪至贵州三都一线之东，全变为泥岩，产海绵骨针等化石。

2.中、上寒武统

黔北等地，本套地层厚为 400～1400 米，主要为白云岩，自下而上可分为：

(1) 高台组　为灰、绿灰色白云质泥岩及泥质白云岩，夹砂岩及鲕状白云岩。产 *Chittidella* 奇蒂虫，*Kaotaia* 高台虫等三叶虫化石。厚为 10～100 米。

(2) 石冷水组　为薄层状白云岩及泥质白云岩，夹白云质砂泥岩及膏质白云岩。其上常见数米石英砂岩，为与上覆层分界的标志。产 *Jiubaspis*、*Manchuriella* 等三叶虫化石。厚度为 100～400 米。

(3) 娄山关群　为灰色白云岩夹孔洞白云岩，鲕状白云岩及泥质白云岩，底部夹少量泥质岩或膏质岩。化石贫乏。厚为 700～1200 米。

在滇东中部，本群常缺失；向东至黔东，渐夹石灰岩和亮晶石灰岩。至湘黔交界则渐变为页岩夹石灰岩。

三、奥陶系

出露于滇东南、滇东、黔北等地区。地层划分与对比参见表 1–3–3。以黔北剖面为代表，简述于后。

1.下奥陶统

由白云岩、生物灰岩及砂泥岩组成，厚为 260～678 米，自下而上可划分为桐梓组、红花园组及湄潭组。

(1) 桐梓组　灰、深灰色白云岩，泥质白云岩及泥页岩，下部含硅质结核。化石以三叶虫为主，次为腕足类，偶见笔石，厚为 43～220 米。在黔东南三都地区以泥质条带石灰岩为主。滇东地区上部为砂岩夹页岩，下部为生物灰岩。与下伏娄山关群呈整合接触。

(2) 红花园组　灰色生物结晶石灰岩、生物屑灰岩，含丰富的海绵、头足类、腹足类及腕足类化石，厚为 16～139 米。三都地区为笔石页岩。滇东北为石英砂岩及杂色页岩。

(3) 湄潭组　上部为灰绿色粉砂质泥页岩与砂岩互层，下部为灰绿色泥页岩，中部夹生物碎屑灰岩，一般厚为 180～260 米，最厚可达 317 米。含化石丰富，以笔石为主，尚有较多三叶虫、腕足类、头足类等。黔东北、黔南东部，为紫红色、灰绿色瘤状泥灰岩夹砂泥岩，产头足类、腕足类化石，笔石少见。在黔东南三都地区为黄绿色和灰绿色泥质粉砂岩及粉砂质泥页岩。滇东北地区，中上部为石灰岩及白云岩，下部为石英砂岩。

2.中奥陶统

下部称为十字铺组，上部称为宝塔组。

(1) 十字铺组　整合于湄潭组或大湾组之上，为深灰色、灰色泥质灰岩夹瘤状石灰岩及页岩。上部产笔石及三叶虫化石，尚见腕足类及海林檎，下部以头足类为主，次有三叶虫、

表1-3-3 滇黔桂地区奥陶系对比表[1]

地层分区		滇东南	滇东、滇东北	黔南西部	黔北	黔东北	黔南东部	黔东南（三都地区）	桂北
上覆地层		S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1	S_1
奥陶系	上统			龙井组 0～10	观音桥段 0.2～1.2 五峰组 2～18 涧草沟组 1～31	观音桥段 0.5～1.5 五峰组 2～14 临湘组 1～17			五峰组 12～22 南石冲组 15～65
	中统	宝塔组 文山 20 十字铺组 文山 183	大箐组 0～441 上巧家组 0～222	黄花冲组 0～50 牯牛潭组 0～23	宝塔组 20～89 十字铺组 10～60 牯牛潭组 5～10	宝塔组 14～45 庙坡组 18～35 牯牛潭组 15～67		十字铺组 0～20 烂木滩组 0～30	磨刀溪组 9～17 烟溪组 6～63
	下统	湄潭组 636 红花园组 8～115 分乡组 55～100 南津关组 127～600	下巧家组 0～96 红石崖组 26～610 汤池组 0～85	湄潭组 0～317 红花园组 16～139 桐梓组 43～220		大湾组 0～368 红花园组 20～230 分乡组 约40 南津关组 120～220	桐梓组 70～180	杨能寨组 约120 同高组 150～310 五里关组 约50 锅塘组 328～641	桥亭子组 210～400 白水溪组 70～330
下伏地层		$\in_{2+3}$	$\in_{2+3}$	$\in_{2+3}$		$\in_{2+3}$		$\in_{2+3}$	$\in_1$

[1] 表中数字为地层厚度，单位为m。

腕足类等，厚为10～60米。本组在三都地区为砂质泥岩，产笔石，底部见砾岩透镜体；滇东北地区下部为石英砂岩，底部产赤铁矿。

(2) 宝塔组　为一套马蹄纹状的浅灰色石灰岩，富产头足类，时见三叶虫化石。厚为20～89米。本组在贵阳乌当一带比较特殊，为产珊瑚、头足类、海绵和藻类等化石的一套石灰岩。

3.上奥陶统

仅分布于黔北及滇东北地区，厚仅数米到30余米。分为下部的涧草沟组及上部的五峰组。

(1) 涧草沟组　为灰色泥质灰岩及瘤状石灰岩。化石丰富，以三叶虫为主。厚仅数米。

(2) 五峰组　为黑色碳质页岩夹硅质岩，其上有一层厚为0.2～1.2米的灰黑色泥灰岩(即观音桥段)。本组厚为2～18米。盛产笔石，顶部的泥灰岩中，化石丰富，计有腕足类、三叶虫、珊瑚、笔石、腹足类、瓣鳃类等。

四、志留系

志留系主要出露于黔北、滇东北、滇东及黔南东部。各地岩性差异较大，各地区的地层划分与对比见表1-3-4。分地区简述如下：

1.黔北区

本区缺失上统，与下伏奥陶系为连续沉积，与上覆二叠系呈假整合接触。

(1) 下志留统　自下而上划分为龙马溪组和石牛栏组。

龙马溪组：下段为灰及灰绿色页岩、黑色笔石页岩。上段为灰色钙质页岩、粉砂岩夹板状石灰岩和灰质结核（图2-2-8）。向东北变为灰绿色、黄绿色页岩。产三叶虫、腕足、珊瑚和少量笔石类化石。厚为200～510米。

石牛栏组：下段下部为灰黄色、灰色薄层瘤状泥灰岩夹泥页岩；中部为灰色石灰岩，常见藻和珊瑚等组成小型礁体及腕足类组成的介壳灰岩；上部为灰黑、灰绿色钙质页岩夹薄层瘤状泥灰岩。上段为灰绿、灰黄色钙质页岩、砂质页岩。黔东北松桃、沿河一带砂质增多，下段变为灰绿、黄绿色粉砂质页岩、泥质石英粉砂岩，上段变为黄绿色页岩、粉砂质页岩夹粉砂岩，称“小河坝组”。厚度为230～600米。

(2) 中志留统　自下而上分两个组，即韩家店组和回星哨组。

韩家店组：下部称“白沙段”，为一套紫红色夹灰绿色泥岩、砂质泥岩夹粉砂岩和砂岩，化石稀少。厚为180～380米。上部称“秀山段”。“秀山段”下部为灰绿色石英砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质页岩及页岩，产腕足类化石；秀山段上部为灰、灰绿色页岩及粉砂质页岩，夹薄层砂质石灰岩、瘤状石灰岩及石灰岩，产四川角石、王冠三叶虫、笔石等化石，厚为400～900米。

回星哨组：下部为紫红色泥岩、粉砂质泥岩夹薄层粉砂岩，产腹足类、瓣鳃类化石；中部为灰黄、黄绿色粉砂岩及粉砂质泥岩，产大甲类、腹足类化石及植物碎片；上部为浅黄色中厚层石英粉砂岩夹黄绿色粉砂质页岩，含腕足类化石。本组发育于黔东北，向西减薄以至缺失。厚度为0～200米。

2.黔南区

凯里、三都、都匀、独山一带称翁项群，在贵阳、贵定、龙里一带称高寨田群。它们是早、中志留世的同期异相沉积。缺失志留系上统。上与泥盆系、下与奥陶系均呈假整合接触。

表 1-3-4 滇黔桂地区志留系对比表[1]

层位		滇东曲靖	滇东北	黔北		黔东北松桃—沿河		黔南	贵阳乌当
上覆地层		D ?	D 或 P_1	P_1		P_1		D_{1-2}	D_{1-2}
志留系	上统	玉龙寺组							
		妙高组 228～725							
		关底组 200～260							
	中统	?	回星哨组 0～200	回星哨组 0～153		回星哨组 110～180			上高寨田群 223～364
			大关组 85～1012	韩家店组	秀山段 0～906	韩家店组	秀山段 428～736	上翁项群 0～468	
					白沙段 0～381		白沙段 180～290		
	下统			石牛栏组	上段 0～189	小河坝组	上段 150～280	下翁项群 0～240	下高寨田群 0～181
					下段 0～376		下段 230～322		
			龙马溪组 16～322	龙马溪组 0～510		龙马溪组 209～367			
下伏地层		∈	O_3	O_{2-3}		O_3		O_1	O_2

① 表中数字为地层厚度，单位为 m。

(1) 下翁项群／下高寨田群　在凯里、三都一带，下部为灰及深灰色砂质石灰岩、生物灰岩夹少量砂岩，产珊瑚化石；上部为灰绿、黄绿色页岩、砂质页岩夹钙质页岩及生物灰岩，产珊瑚及腕足化石。至都匀、独山一带，变为浅灰色中厚层钙质砂岩夹薄层泥灰岩、石灰岩；到贵阳、贵定一带变为灰绿色页岩、钙质页岩夹泥灰岩、泥质石灰岩及粉砂岩。本区普遍具底砾岩。

(2) 上翁项群／上高寨田群　在都匀、三都一带，下部为灰色石英砂岩，未见化石；上部为灰及灰绿色页岩、砂质页岩夹石灰岩薄层或透镜体，产四川角石及王冠三叶虫化石。都匀、独山地区，下部为灰色薄至中层砂质石灰岩；上部为灰绿及黄绿色页岩、粉砂质页岩。至贵阳、贵定一带，下部为灰绿、紫红色泥岩、页岩夹泥灰岩；中部为灰绿色页岩夹泥灰岩、生物灰岩，产四川角石等化石；上部为紫红色及灰绿色页岩。

3.滇东北区

本区缺失上志留统，与上覆二叠系或泥盆系呈假整合接触。

(1) 下志留统龙马溪组　下部为黑色笔石页岩；中部岩性变化较大：镇雄一带为泥灰岩夹页岩，威信地区为粉砂岩、砂质石灰岩夹页岩，永善地区为泥页岩夹泥灰岩；上部地层亦有变化：镇雄地区为砂岩夹泥灰岩；威信地区为粉砂岩夹泥岩，永善地区为泥质石灰岩夹页岩。下部地层富产笔石，往上产笔石、三叶虫、腕足类等化石。

(2) 下中志留统大关群　主要为绿色页岩及中厚层石灰岩夹少量细砂岩及紫红色页岩。下部以石灰岩为主，上部以页岩为主。

(3) 中志留统回星哨组　为一套紫红色泥页岩。顶部被剥蚀，分布零星。

4.滇东区

仅有上志留统分布，缺失下、中志留统。从下至上为：

(1) 关底组　黄绿色、紫红色页岩及砂岩、夹石灰岩透镜体。与下伏寒武系或奥陶系呈假整合接触。

(2) 妙高组　灰绿色及紫红色页岩夹泥质石灰岩，或二者互层。化石丰富，以腕足类、瓣鳃类及腹足类为主。

(3) 玉龙寺组　黑色页岩，偶夹石灰岩透镜体。与上覆泥盆系连续过渡，对它们二者界线的划分尚存在较大争议。

第二节　泥盆系至中三叠统

一、泥盆系

泥盆系除江南古陆、黔北、滇东北部分地区及牛首山隆起缺失外，大部地区均有分布。(图 2-1-11 至图 2-1-13)。与前泥盆系主要为假整合（在扬子准地台）和不整合（在华南褶皱系）接触。在广西钦州地区及滇东曲靖地区与下伏志留系呈整合接触。地层划分与对比如表 1-3-5。以广西剖面为例，自下而上分述如下：

1.下泥盆统

(1) 莲花山组　以广西横县六景剖面为例，下部为灰白色厚层石英砂岩，中部为灰色泥质石灰岩与紫红色粉砂质泥岩互层，上部为紫红色粉砂质泥岩夹粉砂岩和泥岩，产鱼类化石。厚为 335 米。

(2) 那高岭组　命名剖面在广西横县六景。中、下部为绿灰、灰黑色石英粉砂质泥

表1-3-5 滇黔桂地区泥盆系对比表①

地层			滇东北	滇东	滇东南	黔西北、黔西、黔南	黔西南	桂西南、桂中、桂东	桂西北、桂南
上覆地层			C_1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1
泥盆系	上统	锡矿山阶	上统 80～385	宰格群 10～600	落水洞组 200；榴江群 170	尧梭组 0～555	代化组 15～307	融县组 318～1606	榴江组 178～1228
		佘田桥阶			马革组 720；榴江群 170	望城坡组 0～578	响水洞组 59～376		
	中统	东岗岭阶	华宁组：曲靖段 70～150；海口段 70～140	华宁组：曲靖段 0～250；海口段 10～969	东岗岭组 70～1200；分水岭组 170	独山组 82～912	火烘组 >35～1116	东岗岭组 300～1541	罗富组 33～658
		应堂阶	箐门组 30～60		古木组 200～400；坡折落组 170	龙洞水组 28～375	纳标组 >100（以下情况不明）	应堂组 327	纳标组 25～470
	下统	四排阶	边箐沟组 20～60	翠峰山群 70～1556	达莲塘组 90～200	舒家坪组 70～313		四排组 209～930	塘丁组（崇佐组）70～403
		郁江阶	坡脚组 20～120		坡脚组 140～543	丹林群 0～314		郁江组 226～440	郁江组 103～？
		那高岭阶	翠峰山组 10～130		坡松冲组 99～1334			那高岭组 21～443	那高岭组 21～374
		莲花山阶						莲花山统 0～236～>530	莲花山组 236～>373
下伏地层			S_2	O～S	∈－O	∈－S		Pt－∈	∈－S

①表中数字为地层厚度，单位为m。

岩、泥岩，下部夹腕足介壳石灰岩；上部为浅棕褐色石英粉砂岩与泥岩互层。产腕足、珊瑚等化石。厚为178米。

(3) 郁江组　命名剖面在广西横县六景。中、下部为黄绿、灰绿色泥岩、石英粉砂质泥岩与深灰、灰色泥质石灰岩不等厚互层；上部黄绿、深灰色泥岩、泥灰岩互层。产腕足、珊瑚等化石。厚为175米。

(4) 四排组　命名于广西柳州之东鹿寨县四排圩，现以象州大乐剖面为例：下部为灰绿、深灰色页岩夹泥灰岩、石灰岩及白云岩；上部灰、深灰色石灰岩、含泥质石灰岩及泥灰岩。产腕足类、竹节石等化石。厚为918米。

下泥盆统为海侵超覆型沉积，大致由南向北超覆。在上扬子古陆南缘，下统部分或全部缺失；靖西、隆林地区亦缺失莲花山组、那高岭组，郁江组直接超覆于寒武系之上。

下泥盆统在上扬子古陆南缘岩性变粗。在黔南独山等地中、下部称丹林群，上部称舒家坪组，均为一套以石英砂岩为主的滨海碎屑岩沉积，舒家坪组见碳酸盐岩，生物群为近海底栖生物。云南曲靖地区下统称翠峰山群，以泥页岩沉积为主，为近海内陆湖相与海陆交互相沉积，产植物及鱼类化石。

莲花山组和那高岭组在钦州地区称大岭组，为粉砂质泥岩、细粒石英砂岩。产笔石、塔节石等浮游型生物化石。厚为250～312米，与下伏志留系为连续沉积。莲花山组—郁江组，全区均以泥页岩及砂岩为主，生物群由近岸的植物、鱼类为主，逐渐过渡为以近海底栖生物为主。四排组岩性及生物均开始发生分异，大部地区以碳酸盐岩沉积为主，或碳酸盐岩明显增多。生物群在大明山之南及南丹、黔西南、滇东南丘北、广南等地区，以浮游型生物为主，主要为竹节石和菊石。

2.中泥盆统

(1) 应堂组　命名剖面在象州大乐应堂村，岩性为深灰、黄灰色泥灰岩、含泥质石灰岩与灰绿、灰色页岩互层。产腕足、珊瑚、及竹节石等化石。厚约327米。

(2) 东岗岭组　命名于象州东岗岭，现以象州大乐剖面为例，下部为灰绿色页岩、偶夹泥灰岩，中、上部为灰、深灰色石灰岩与灰绿色页岩互层，顶部夹硅质岩。产腕足、珊瑚、竹节石等化石。厚约405米。

应堂组的同期地层，在广西大明山之南称那艺组，桂西北及黔西南地区称纳标组，滇东南丘北、广南以北称坡折落组，岩性为泥岩、白云质泥岩夹石灰岩，或深灰色薄层石灰岩夹硅质岩，含竹节石等化石。黔南地区称龙洞水组，主要为砂岩；滇东北昭通称箐门组，以细粒石英砂岩为主；滇东南丘北、广南以南称古木组，全由石灰岩、白云岩组成。

东岗岭组在桂西北、桂南称罗富组，黔西南称火烘组，滇东南丘北、广南称分水岭组，由黑色泥岩或硅质岩组成，以浮游型生物为主，主要有竹节石。黔南地区称独山组，滇东称华宁组，主要为碳酸盐岩沉积，但下部砂岩增多，昭通箐门则为砂岩、砂质页岩与泥灰岩、介壳石灰岩互层。产底栖生物化石，下部产植物化石。滇东南丘北、广南以南仍称东岗岭组，由灰白、灰黑色石灰岩、白云岩组成，产底栖生物化石。

3.上泥盆统

上泥盆统在广西大部分地区没有分组，但有两种不同类型的同期异相沉积，分别称为融县组及榴江组。

融县组：下部以深灰色石灰岩为主，上部为浅灰、灰白色石灰岩和白云岩，局部地区夹砂岩、泥岩。产腕足：*Tenticospirifer tenticulum*, *Yunnanella mesoplicata*. 珊瑚：*Donia*

senensis, *Peneckiella*. 在桂林西，最厚可达 1606 米，一般厚为数百米至一千米。靠近上扬子古陆、康滇古陆，虽仍以碳酸盐岩为主，但泥页岩增加。

榴江组：下部灰、浅灰色硅质岩、硅质页岩；上部灰、灰白、灰紫色扁豆状石灰岩，夹硅质条带、结核或薄层。产菊石：*Manticoceras*, *Parawocklumeria*, *Kosmoclymenia*. 一般厚数百米，钦州地区最厚可达 1228 米。黔南的望城坡组和尧梭组与融县组相当；黔西南的响水洞组和代化组、滇东南的榴江群，其岩性及生物组合均与榴江组相似。

二、石炭系

分布于康滇隆起之东，上扬子古陆之南（图 2-1-14）。地层划分与对比如表 1-3-6。

1.下石炭统

(1) 岩关组　命名于贵州独山岩关村，自下而上分为革老河段和汤粑沟段。革老河段下部为深灰色石灰岩、泥质石灰岩；中、上部灰黑色泥质石灰岩夹页岩。汤粑沟段为灰黑色石灰岩、泥质石灰岩，间夹页岩及石英砂岩。组厚约 276 米。产腕足类、珊瑚化石。

(2) 大塘组　自下而上分为旧司段（命名于贵州平塘西关旧司）、上司段（命名于贵州独山上司），层型剖面位于贵州惠水摆金附近。旧司段：下部为灰黑至浅灰色细砂岩、泥质砂岩及泥页岩，夹薄层无烟煤 4 层，见黄铁矿及菱铁矿结核；上部为灰黑、深灰色泥质石灰岩、泥灰岩、石灰岩，与页岩、燧石层互层。产珊瑚、腕足类化石。厚为 480 米（惠水摆祥伐木场）。上司段：深灰、灰黑色石灰岩、泥质石灰岩、瘤状石灰岩，夹少量紫红色、灰绿色页岩及浅灰色细砂岩，偶见白云岩。产腕足、珊瑚等化石。厚为 253 米。

(3) 摆佐组　命名剖面在贵州贵定平伐摆佐。为浅灰、灰白色白云岩、石灰岩，偶夹少量钙质页岩。产腕足、珊瑚、䗴等化石。厚约 148 米。摆佐组在贵州水城地区又称德坞组，岩性与摆佐组相似，为浅灰、灰白色石灰岩、白云岩。德坞组与摆佐组的主要区别是：德坞组除含摆佐组的化石外，尚含菊石。

下石炭统为海侵超覆型沉积。岩关组仅分布于滇东牛首山东南侧，黔西北及黔南等地，至摆佐组分布范围有所扩大。下石炭统与下伏泥盆系呈整合或假整合接触，近康滇古陆及上杨子古陆可超覆于前泥盆系之上。向古陆方向，岩关组、大塘组的砂泥岩含量增加，各组厚度明显减薄。在贵州郎岱、罗甸地区以及南盘江坳陷，为深灰、黑色页岩、硅质岩与石灰岩互层，厚度减薄。桂南地区则以深灰色硅质岩、页岩为主夹石灰岩。

2.中石炭统

黔西南地区自下而上分为滑石板组、达拉组。两组的命名地点在贵州盘县的滑石板、达拉。

(1) 滑石板组　浅灰、灰白色与深灰、灰黑色石灰岩、结晶石灰岩，顶部及下部含白云质团块或夹白云岩。产䗴、腕足和菊石等化石。厚约 545 米。

(2) 达拉组　灰白、浅灰色结晶石灰岩及生物灰岩，下部夹白云岩或白云质团块。产䗴等化石。厚约 121 米。

中石炭统全区均以浅灰色碳酸盐岩沉积为主。靠近康滇古陆见有少量泥页岩或泥质成发。在郎岱、罗甸地区及南盘江坳陷，以灰、深灰色石灰岩为主，普遍见燧石团块或透镜体。与下伏下石炭统为整合接触。

3.上石炭统

称马平统或马平群，命名于广西柳州。全区岩性稳定，为浅灰、灰色石灰岩，普遍见燧石结核，时夹白云岩或团块。产䗴等化石。柳州地区厚为 600～800 米。与下伏中石炭统为

表1-36　滇黔桂地区石炭系对比表①

地层系统 \ 分区	独山-威宁区（白区）	郎岱-罗甸-桂北区（黑区）	贵阳-织金区（上扬子古陆南缘）	滇东区	滇东南及桂西北区	桂东北区	百色-玉林区	钦州区
上覆地层	P₁ 过渡层	P₁ 过渡层	P₁	P₁	P₁ 过渡层	P₁	P₁	P₁
石炭系 上统	马平群 79～307m	马平群 160～837	马平群 0～99	马平统 5.8～115	上统：马平统 60～300	壶天群：马平群 358	马平群 32～1679	石炭系 1311
石炭系 中统	黄龙群：达拉组 23～383；滑石板组 30～545	中石炭统：达拉组 5～222；滑石板组 31～163	达拉组；0～72；滑石板组	威宁统 50～148	中统：威宁统 186～200	壶天群：黄龙组 264；大浦组 704	黄龙组 45～790；大浦组 100～895	
石炭系 下统	摆佐组（德坞组）148～834；大塘组：上司段 0～456，旧司段 0～996；岩关组：汤耙沟段 0～381，革老河段 0～289	摆佐组（德坞组）8～296；下石炭统：大塘组 87～435；岩关组 147～227	摆佐组（德坞组）0～105；大塘组：上司段，旧司段	德坞组；大塘组：上司段，万寿山段；大塘组：岩石岭段 63～186，石灰岩段 65～219，万寿山段 4～120；岩关 0～73	下统：大塘组 433～479；岩关组 0～148	大塘组：罗城段（梓门桥段）96～1049，寺门段 39～111，黄金段 200～849；岩关组 197～1778	大塘阶 29～820；岩关组	
下伏地层	D₃	D₃	D-Є	D	D	D	D	D

① 表中数字为地层厚度，单位为m。

整合接触。

三、二叠系

除康滇古陆外，全区均有沉积。地层划分和对比见表1-3-7。

1.下二叠统

(1) 栖霞组（广义）　在黔西南、黔南地区，自下而上可分三个岩性段。①深灰色石灰岩、生物屑石灰岩夹泥页岩、砂岩。产　等化石。厚为0～68米。②即“梁山段”：浅灰、灰白色石英砂岩及灰绿—深灰、灰黑色泥页岩，夹碳质页岩及煤线或薄煤层，产　等化石。厚为0～300米。③即“栖霞段”：灰、深灰、灰黑色中厚层状、块状石灰岩，常含少量燧石结核及白云质斑块，层间常夹碳质、钙质页岩。产　、珊瑚等化石。厚为31～352米。

栖霞组岩性变化主要发生在第一、二段。第一段仅见于黔南、黔西南等地区，与下伏石炭系呈整合接触。第二段普遍见于滇东、滇东北及贵州境内，以及桂东荔浦、平乐地区（见图2 1-16）。在康滇古陆附近过渡为陆相沉积，常见铝土岩，产植物化石。栖霞组在桂中、桂西及南盘江坳陷中的凸起部位上，基本上全为碳酸盐岩，可见到第一、二段的生物组合，与下伏石炭系为整合或假整合接触。南盘江坳陷地腹栖霞组，据盘参井及罗甸纳水剖面资料推测，为深灰色石灰岩夹硅质岩、泥岩，与下伏石炭系呈整合接触。

(2) 茅口组　命名于贵州郎岱茅口村，现以郎岱巴利剖面为例：为浅灰、深灰色块状石灰岩，常含白云质斑块或夹白云岩。产　等化石。厚约678米。

茅口组在南盘江坳陷、桂林、象州一带为深灰色石灰岩夹硅质岩、泥岩，柳州、鹿寨地区为硅质岩。其余地区均由浅灰—深灰色石灰岩组成，岩性变化不大。茅口组与下伏栖霞组为整合接触。

2.上二叠统

(1) 峨嵋山玄武岩组　分布于滇东、黔西北及南盘江部分地区（图1-4-5）。主要为灰绿、暗绿、深灰色玄武岩，夹火山角砾岩、凝灰岩及少量砂、泥岩，局部地区夹煤线。玄武岩中普遍见杏仁状及气孔构造，主要为陆相喷发，但南盘江坳陷内之玄武岩可见海相碳酸盐岩夹层，为水下喷发而成。峨嵋山玄武岩，具有多期性喷发特点，喷发始于茅口期，主要活动并结束于晚二叠世。玄武岩喷发与断裂活动有关，沿小江断裂、师宗弥勒断裂岩层厚度较大，厚为0～2032米。

(2) 吴家坪组、合山组　主要分布于黔东、桂中、桂西南、滇东南。为浅灰—深灰、灰黑色中—厚层状燧石灰岩夹页岩。黔东夹硅质岩，黔东南、桂中（称合山组）夹煤层、煤线。产　、珊瑚等化石。厚为94～956米。在贵州紫云、修文、湄潭一线以西，相变为龙潭组，其岩性以灰、灰黄色泥页岩、砂岩为主，夹菱铁矿、煤层或煤线。产　和植物化石。厚为60～388米。龙潭组为海陆交互相沉积。滇东东部及滇东北为陆相沉积，称宣威组（群）。

(3) 大隆组／长兴组　两组间为相变关系。桂中地区有大隆组，无长兴组；滇东南、桂西南有长兴组而无大隆组；贵州地区大隆组与长兴组并存，一般长兴组在下，大隆组在上，两组厚度互为消长。长兴组：浅灰—深灰色燧石灰岩夹泥页岩，产　等化石。厚为15～300米。黔北地区偶见沥青质页岩。长兴组自东向西，砂泥岩增加，至盘县、水城地区则以砂泥岩为主夹石灰岩。大隆组：浅灰—灰黑色硅质岩、硅质泥岩、页岩夹砂岩。产菊石、　等化石。厚为0～114米。

表1-3-7 滇黔桂地区二叠系对比表[①]

<table>
<tr><th colspan="2">地层分区</th><th>滇东北</th><th>滇东</th><th>黔西北
黔北</th><th>黔西南</th><th>黔南</th><th>滇东南</th><th>桂西北</th><th>桂南</th><th>桂中</th></tr>
<tr><td colspan="2">上覆地层</td><td colspan="9">下三叠统</td></tr>
<tr><td rowspan="7">二叠系</td><td rowspan="2">上统</td><td rowspan="2">宣威组
10～350</td><td colspan="3">长兴组
24～300</td><td>大隆组
0～88</td><td>长兴组
15～250</td><td colspan="2" rowspan="2">上统
20～403</td><td>大隆组
0～114</td></tr>
<tr><td colspan="3">龙潭组
60～388</td><td>吴家坪组
94～956</td><td>吴家坪组
106～314</td><td>合山组
27～375</td></tr>
<tr><td rowspan="5">下统</td><td colspan="5">峨嵋山玄武岩组
232～2032</td><td colspan="2" rowspan="2">茅口组
50～676</td><td rowspan="5">下统
2120</td><td rowspan="2">茅口组
63～849</td></tr>
<tr><td colspan="5">茅口组
77～760</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="3">栖霞组</td><td colspan="2">第三段 31～352</td><td colspan="2" rowspan="3">栖霞组
（包括过渡层）
13～123</td><td rowspan="3">栖霞组
145～688</td></tr>
<tr><td colspan="2">第二段 0～299</td></tr>
<tr><td colspan="2">第一段 0～68</td></tr>
<tr><td colspan="2">下伏地层</td><td>上石炭统</td><td colspan="2">上石炭统—上寒武统</td><td colspan="6">上石炭统</td></tr>
</table>

① 表中数字为地层厚度，单位为m。

表1-3-8　滇黔桂地区中、下三叠统对比表[①]

地层分区			云南地区			贵州地区				广西地区		
			滇东北分区	滇东分区	滇东南分区	黔西分区	黔北分区	赤水分区	黔南分区	桂西北分区	桂西南、桂中分区	桂南分区
上覆地层			上三叠统须家河组	赖石科组	乌格组	二桥组至赖石科组	二桥组	上三叠统须家河组	把南组			上二叠统
中、下三叠统	中统	拉丁阶		法郎组	兰木组 0～705	法郎组 63～1400	狮子山组 0～485		边阳组 2120	兰木组 0～3000	兰木组	兰木组
		安尼锡阶	关岭组（雷口坡组）71～447	关岭组	个旧组 500～1308	关岭组 98～912	松子坎组 115～567	雷口坡组 20～170	新苑组 24～1010	板纳组 97～3184	板纳组 / 果化组最大残留厚度1395	板纳组
	下统	奥伦尼阶	永宁镇组 97～473	永宁镇组 111～1131	永宁镇组 49～770	永宁镇组 421～934	茅草铺组 296～688	嘉陵江组 450～500：四段、三段、二段、一段	罗楼群：上段（龙丈组）40～320	龙丈组 17～285	北泗组 149～1090	罗楼群：上段 17～285
		印度阶	飞仙关组 256～759	飞仙关组 21～640	飞仙关组 248～312 / 洗马塘组 88～263	飞仙关组 403～791	夜郎组 229～545	飞仙关组 400～500：三段、二段、一段	罗楼群：下段（罗楼组）38～297	罗楼组 40～411	马脚岭组 59～855	罗楼群：下段 36～411
下伏地层			P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2

① 表中数字为地层厚度，单位为m。

四、三叠系中下统

三叠系中、下统出露广泛，与下伏二叠系为整合或假整合接触。其地层划分与对比见表1-3-8。

1.下三叠统

（1）飞仙关组　分布于滇东北、滇东及黔西地区。岩性为一套紫红色、杂色泥页岩、砂岩夹泥灰岩、石灰岩。含瓣鳃类等化石。厚为20～790米。

飞仙关组的同期地层，在黔南、桂西北称罗楼组，为灰色泥页岩及石灰岩。含瓣鳃类及菊石类化石，厚为36～411米；在黔北称夜郎组，岩性以石灰岩为主夹页岩，厚为229～545米；在桂中、桂西南地区称马脚岭组，为灰、深灰色石灰岩，底部为黄绿色泥页岩，厚为59～855米。

（2）永宁镇组　以贵州关岭永宁镇剖面为例，自下而上可分为四个岩性段。①浅灰（为主）—深灰色石灰岩、泥质石灰岩，下部夹泥页岩，厚为281米。②浅灰、深灰色石灰岩与泥页岩互层，厚为127米。③浅灰、深灰色石灰岩、白云质石灰岩，厚为143米。④浅灰、灰色溶塌角砾岩、白云岩，厚为97米。组厚为648米。

永宁镇组在黔北称茅草铺组，主要为石灰岩、白云岩及溶塌角砾岩，厚为174～487米；在赤水地区称嘉陵江组，主要为一套白云岩夹石灰岩及石膏层，它是太和、旺隆气田的主要产气层；在桂中、桂西南称北泗组，主要为石灰岩及白云岩，厚为149～1090米。在黔南、桂西北、桂南称龙丈组，为一套泥岩及粉砂岩不等厚互层，上部夹薄层石灰岩，厚为200米。

2.中三叠统

以贵州关岭剖面为例，自下而上分为两个组。

（1）关岭组　下段为浅灰、深灰色石灰岩、白云岩、白云质石灰岩与杂色泥岩互层。底部为“绿豆岩”，厚为232米。上段为深灰色石灰岩、泥质石灰岩，上部为白云质石灰岩、白云岩，厚为179米。产瓣鳃类等化石。

（2）法郎组　下段为浅灰色白云岩及石灰岩，厚为890米。上段为灰、深灰色含生物微晶灰岩及泥质石灰岩，厚为102米。滇东南文山以西的个旧组及桂西南、桂中的果化组，大致与关岭组相当，基本上全由碳酸盐岩组成。桂西南果化组中夹有多层火山岩。

桂西北、桂南等地，中三叠统为一套泥页岩、粉砂岩及砂岩，具鲍马（Bouma）层序及冲蚀底痕构造，是一套浊流岩。下部称板纳组，上部称兰木组，产菊石、瓣鳃类等化石，厚为1000～3000米。

中三叠统在黔北北部及滇东北地区，多已被剥蚀，仅局部地区有残存。

第三节　上三叠统、侏罗系及白垩系

上三叠统、侏罗系及白垩系，在滇黔桂地区，大多为陆相沉积。

一、上三叠统

上三叠统以楚雄盆地、十万大山盆地最为发育，在黔南、黔西南地区、南盘江坳陷的西部及黔北赤水和滇东北的绥江地区亦有分布。由于中三叠世晚期印支运动影响，上三叠统呈假整合或不整合于中三叠统不同层位及其以下地层之上，其下部层位多有缺失。各地区的地层系统见表1-3-9。

1.楚雄盆地

自下而上可分五个岩组:

1) 云南驿组: 分布于盆地西部。由黑色页岩夹细、粉砂岩及碳酸盐岩组成，厚度大于1800米，属海相沉积。

2) 罗家大山组: 分布地区与云南驿组大致相同。可分三个岩性段，下段为深灰一灰绿色玄武质岩屑、晶屑火山碎屑凝灰岩夹砾岩，中段为深灰—黑灰色含灰质云质泥岩，上段下部为砂岩，上部为粉砂岩、碳质泥岩夹煤线，本组厚为1800～3500米，在盆地东部称普家村组。

3) 干海子组: 分布于盆地东部，岩性为含岩屑石英砂岩、泥岩及煤层组成，是该地区的主要产煤段，厚为250～1200米。

4) 舍资组: 整合于干海子组之上，并向盆地东部超覆于元古界之上，岩性为石英砂岩、粉砂岩及泥岩，厚为200～550米。

2.十万大山盆地

自下而上可分三个组:

1) 板八组: 以灰色流纹斑岩为主，上部为凝灰熔岩，底部为砂岩、含砾砂岩，由西向东变薄，厚为180～1500米。本组在板八地区覆于印支早期花岗岩之上。

2) 平硐组: 主要为紫红色薄层状泥岩夹砂岩和粉砂岩，局部夹碳质页岩和泥灰岩及凝灰熔岩，厚为300～2500米。下部碳质页岩中，含丰富的瓣鳃类和叶肢介化石。

3) 扶隆坳组: 为紫红色砾岩、含砾砂岩、砂岩夹粉砂岩及泥岩。上部夹碳质泥岩及煤线，厚为2500～4500米。本组上部及顶部产丰富的植物化石。

二、侏罗系

本地区的侏罗系为陆相湖盆沉积，以构造盆地的形式分布，往往与上三叠统分布相随。主要分布于楚雄盆地、十万大山盆地、兰坪—思茅盆地、赤水地区、绥江地区以及一些向斜的核部。主要为一套粉砂岩、砂岩及泥页岩，局部夹泥灰岩。各地区的地层系统见表1-3-9。以楚雄盆地、十万大山盆地及赤水、绥江地区为例简述如下:

1.楚雄盆地

侏罗系在楚雄盆地广泛发育，总厚度约7000米，自下而上分三个统四个组。

(1) 下侏罗统冯家河组　主要为暗紫红色粉砂质泥岩间夹石英砂岩，中、上部夹灰绿色泥灰岩，产恐龙化石，厚为300～2000米。与下伏上三叠统连续沉积。在盆地东部边缘，局部超覆于元古界基岩之上。

(2) 中侏罗统张河组　灰绿色砂岩、泥灰岩及紫红色泥岩、砂岩，产古脊椎动物化石和叶肢介化石，厚为200～2000米。

(3) 上侏罗统分两个岩组。自下而上为:

1) 蛇店组: 主要为黄灰、紫红色长石石英砂岩，夹紫红色泥岩和角砾状膏盐层，厚为420～1260米。

2) 妥甸组: 紫红色砂泥岩互层，上部为灰绿色泥灰岩及紫红色灰质泥岩及膏盐层，厚为370～1340米。

2.十万大山盆地

侏罗系可分为下统汪门组、百姓组，中统那荡群及上统。总厚度约为7000米。

(1) 汪门组　在盆地西南部主要为紫红色泥岩夹砂岩、粉砂岩，局部夹薄煤层、赤铁

表1-3-9 滇黔桂地区上三叠统、侏罗系及白垩系地层系统简表

系	统	代号	楚雄盆地	兰坪思茅盆地	十万大山盆地	柞平盆地	黔西南、黔南地区	赤水、绥江地区
下第三系		E	E	E	E	E		E
白垩系	上统	K_2	江底河组 200～1300	曼宽河组 600～3000	上统 100～1000	上统 100～500		夹关组 300～500
			马头山组 70～550	曼岗组 200～1900				
	下统	K_1	普昌河组 100～1500	景星组 400～2300	下统 500～2000	下统 4000～5500		
			高峰寺组 200～750					
侏罗系	上统	J_3	妥甸组 370～1340	坝注路组 250～1000	上统 200～900	侏罗系?		蓬莱镇组 450～1100
			蛇店组 420～1260					
	中统	J_2	张河组 200～2000	和平乡组 400～3500	那荡组 1000～2700		沙溪庙组	遂宁组 450～600
				小红桥组 250～1600				沙溪庙组 900～1200
	下统	J_1	冯家河组 300～2000		百姓组 500～1300		自流井组 100～200	自流井组 200～350
					汪门组 150～2000			

三叠系	上统	T₃					
			含资组 200～550	桃子树组 250～500	扶隆坳组 2500～4500		二桥组 200～400	须家河组 350～700
			干海子组 250～1200		平硐组 300～2500		火把冲组 200～ 700	
			普家村组 200～1600	威远江组 550～700	板八组 180～1500		把南组 150～500	
			罗家大山组 1800～3500					
			云南驿组 >1800					
下伏地层			P、D、P_1	T_2、D、C、P	T_2、P、D、∈	C、D、O、∈	T_2	

① 表中数据为厚度，单位为 m。

矿；盆地东北部为紫红色砾岩、砂岩夹少量泥质粉砂岩。其厚度由南西向北东减薄，厚为190～1950米。整合于上三叠统扶隆坳组之上。

(2) 百姓组　底部为长石石英砂岩、岩屑砂岩；中、上部为紫红色泥岩夹砂岩，局部夹赤铁矿和煤线，产植物化石，厚为500～1300米。

(3) 那荡群　在盆地西南部，下部为紫红色泥岩夹灰黄色长石石英砂岩；中部为砂岩与泥岩互层；上部为砂岩夹少量泥岩，总厚为2676米。盆地中部为灰黄色砂岩夹泥岩及泥质粉砂岩。厚为1524米。盆地东北部为灰黄色长石石英砂岩、砂岩夹泥质粉砂岩，局部夹有煤线和含铜泥岩，厚达1133米，并含腹足类及植物化石。

(4) 上统　为灰黄色长石石英砂岩夹钙质粉砂岩、泥岩，局部含砾石，在中、上部夹煤线。厚为200～900米，产少量植物化石。

3.贵州赤水及云南绥江地区

这两个地区属四川盆地南缘，侏罗系发育，可分为下统自流井组，中统沙溪庙组、遂宁组，上统蓬莱镇组。

(1) 自流井组　紫红色泥岩为主夹砂岩，下部夹深灰色石灰岩、含生物屑泥质石灰岩，厚为200～350米。

(2) 沙溪庙组　紫红色砂质泥岩与长石石英砂岩、粉砂岩不等厚互层，中下部夹一层灰绿色叶肢介页岩，厚为900～1200米。

(3) 遂宁组：棕红色泥岩、砂质泥岩夹砂岩，底部为砖红色细砂岩，厚为450～600米。

(4) 蓬莱镇组　紫红色、棕红色砂质泥岩、泥岩及砂岩不等厚互层，底部为含铜石英粉砂岩，厚为450～1100米。

三、白垩系

白垩系的发育与分布各地差异很大（表1-3-9）。主要分布于楚雄盆地、兰坪—思茅盆地、十万大山盆地及桂平盆地，在上述盆地中，地层发育较齐全。在贵州赤水地区以及部分新生界盆地中，仅有上白垩统分布，缺失下白垩统。以楚雄盆地及十万大山盆地为例，简述如下：

1.楚雄盆地

白垩系自下而上可分为：下统高峰寺组、普昌河组；上统马头山组、江底河组。总厚度可达2800米。

(1) 高峰寺组　为灰色、紫红色粗粒长石石英砂岩夹泥岩，底部常见砾岩，砂砾岩层。厚为200～750米。与下伏侏罗系普遍呈整合接触。

(2) 普昌河组　为紫红色泥岩夹砂岩、灰绿色泥灰岩，产瓣鳃类化石。厚为100～1500米。

(3) 马头山组：为灰色、紫红色砾岩、砂砾岩、砂岩夹泥岩。厚为70～550米。

(4) 江底河组：紫红色粉砂岩夹泥岩，下部夹灰绿色、灰黑色泥灰岩及页岩，含介形虫、叶肢介及鱼类等化石。厚为200～1300米。

2.十万大山盆地、桂平盆地

分布于十万大山东部及桂平盆地，十万大山盆地西部仅有下白垩统分布。

(1) 下白垩统　紫红色砂岩、粉砂岩及泥质粉砂岩，局部夹砾岩及砾状砂岩。桂平盆地上部为紫红、灰绿色钙质、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩。产腹足类、植物等化石。厚为

500～5500 米。

（2）上白垩统　紫红色长石石英砂岩夹砾岩及火山岩。厚为 100～1000 米。

第四节　第三系和第四系

一、第三系

第三系多属陆相沉积。分布于中、小型断陷或山间盆地中。滇黔桂地区分布有大小不等的新生界沉积盆地近 200 个，多数分布于云南及广西南部，面积大于 200 平方公里或新生界地层厚度大于 1000 米者，计有 36 个（参见第四篇图 4－0－1，表 4－0－1），各盆地间彼此隔绝，地层发育及岩性厚度差异很大。云南的新生界盆地，主要由上第三系组成，如景谷盆地，面积仅有 92 平方公里，但上第三系厚度达 2500 米，且有众多油气显示。广西的第三系盆地，多见于桂南地区，地层发育较齐全，如百色盆地，上、下第三系均较发育，在下第三系中已发现油层。贵州及滇东的第三系盆地，多系山麓堆积，主要由下第三系组成，其下部多包括上白垩统，与下伏各时代地层呈不整合关系。本区主要新生界盆地的地层系统见表 1－3－10。

表 1－3－10　滇黔桂地区主要新生界盆地地层系统简表

地层 系	统	代号	百色盆地	合浦盆地	南宁盆地	景谷盆地	昆明盆地
第四系	全新统	Q	Q	Q	全新统(Qh) 0～20m	Q	草海组 50～150m
	更新统				长岗岭组(QP_2) 0～50m		滇池组 90～400m
					狮子山组(QP_1) 0～150m		松华组 44～550m
上第三系	上新统	N_2	建都岭组($N_{1-2}j$) 70～750m	沙岗组(Ns) 160～1000m		幅东组(N_2) 150～200	上新统 0～80m
	中新统	N_1	伏平组 500～800m			景谷组 2000～2400m	
下第三系	渐新统	E_3	百岗组(E_3b) 400～900m	酒房坑组(E_3j) 100～405m	邕宁组(E_3y) 150～1000m	下第三系	
	始新统	E_2	那读组(E_2n) 50～>900m	下村组(E_2x) 40～270m	那读组(E_2n^3) 100～250m		
	古新统	E_1	红色岩组(E_2h^{1-2}) 0～400m	上洋组(E_1s) 0～309m	红色岩组(E_2h^{1-2}) 0～400m		
下伏地层			T_2	K_2	C.D.P.∊		Z.∊.C.P

现以百色盆地、景谷盆地为例简述如下:

1.百色盆地

百色盆地上、下第三系均较发育，自下而上可分五个岩组。

(1) 古新统至始新统红色岩组　紫红色砂岩、砾岩及泥岩。厚度为0~370米。分布不稳定。与下伏中三叠统呈不整合接触。

(2) 始新统那读组　灰色、深灰色泥岩、泥质粉砂岩、砂岩及煤层。是百色盆地的主要含油岩系，厚为50~900米。

(3) 渐新统百岗组　灰、灰绿色泥岩及砂岩、粉砂岩，下部夹煤层。是百色盆地的含油岩系，厚为400~900米。

(4) 中新统伏平组　灰绿色泥岩、砂质泥岩及砂岩，厚为500~800米。

(5) 建都岭组　土黄、灰绿色泥岩、砂质泥岩及粉砂岩互层，厚为70~750米。

2.景谷盆地

景谷盆地在下第三系基底上发育上第三系。上第三系自下而上可分为两个组。

(1) 景谷组　灰色、深灰色泥岩、砂质泥岩及砂岩夹煤层。见众多油显示，厚为2000~2400米。

(2) 幅东组　灰白色、灰色砂岩，底部为紫灰色砾岩，厚为150~200米。

二、第四系

第四系在区内分布比较零散，但较广泛，沿主要水系和山坡谷地均有分布。沉积类型多样，有河流冲积、湖泊沉积、洞穴堆积、洪积、坡积及残坡积等。以昆明盆地发育较好（表1-3-10），厚度可达1000米。

第四章 区域构造

滇黔桂地区在区域构造性质上分属扬子准地台、华南褶皱系及三江褶皱系三大构造单元。三江褶皱系主要是印支旋回以来形成的，深陷的地槽带大致沿金沙江—红河、澜沧江、怒江等深断裂带分布，沉积了巨厚的三叠纪地槽型火山—沉积建造，金沙江西岸、德荣一带并有蛇绿岩套。地槽带之间的保山、兰坪—思茅一带的构造变动则较微弱，但在印支运动之后强烈下陷，形成晚三叠世至第三纪初的巨厚的含膏盐的红色岩系，即兰坪—思茅盆地。由于多年来滇黔桂地区的石油勘探活动主要在红河—金沙江断裂以东地区开展，因此本章内容涉及的范围也仅能限于红河—金沙江之东的滇黔桂地区。

第一节 基底特征

滇黔桂地区在红河—金沙江之东，分属扬子准地台及华南褶皱系。扬子准地台的基底，在滇黔桂地区所属范围内，是由前震旦纪地槽型沉积褶皱变质而成；华南褶皱系的基底，是由早古生代地槽型沉积褶皱形成。

一、扬子准地台的基底特征

扬子准地台的基底岩系，广泛出露于云南中东部的元江、禄丰、元谋之东，建水、宜良、会泽一线之西的地区，即昔称的“康滇地轴”地带及黔东北的梵净山、黔东南和桂北等地。大致可分为两种型式，即昆阳式和江南式。

昆阳式基底由苴林群及昆阳群组成。苴林群由片麻岩、片岩、变粒岩及少量角闪岩、大理岩组成。昆阳群自下而上可分为九个组，下四组（黄草岭组、黑石头组、大龙口组及美党组）以浅变质砂泥岩为主夹碳酸盐岩，厚为 6000 米；上五组（因民组、落雪组、鹅头厂组、绿汁江组及柳坝塘组）下部以白云岩及板岩为主，上部则由砂泥质岩及碳酸盐岩组成。厚度约 4000 米。昆阳群中普遍含微古植物，并发育叠层石。昆阳群与苴林群关系尚不清楚，但从苴林群的变质程度较深等特点看，它可能位于昆阳群之下。昆阳群沉积末期，晋宁运动使这套巨厚的沉积建造褶皱回返，形成了近南北向的紧密线状褶皱，并普遍发生区域变质作用，在康滇地轴上，有大量基性及中酸性火成岩侵入，并有火山喷出岩。经晋宁运动褶皱后，其上堆积了磨拉石式的澄江砂岩，经澄江运动使之抬升、褶皱、夷平，开始了地台的发育历程。

江南式基底主要分布于贵州及桂北地区，由下部的梵净山群（四堡群）及上部的板溪群组成。梵净山群是贵州已出露的最老地层，出露于黔东北梵净山，自下而上可分为七个组，即淘金河组、余家沟组、肖家河组、回香坪组、铜厂组、洼溪组及独岩塘组，主要为深水浊积岩及海底喷发火山岩，总厚度可达 7500～10000 米，是一套浅变质岩系。其下部三个组，主要为轻变质的砂岩、砂质板岩、凝灰质板岩、板岩及千枚岩，夹变质辉绿岩、辉长辉绿岩及超基性岩，在铜厂组上部含古植物。厚为 2600～4200 米；回香坪组以巨厚的基性火山熔岩为主，夹变质沉积岩。熔岩以细碧岩和辉绿岩为主，枕状构造发育，构成相当发育的“蛇绿岩套”，厚为 1800～4100 米，上部三个组为变质的砂岩、硬砂岩、板岩、千枚岩夹凝灰

岩，复理石韵律发育，见斜层理、波痕和槽、沟模等。厚为3100～4300米，似为浊流岩。四堡群出露于黔东南及桂北一带，以千枚状粉砂岩、绿泥石石英粉砂岩和绢云母石英千枚岩等为主，厚度大于2000米。桂北在上述岩系之上还形成了基性火山熔岩，包括细碧岩、火山角砾岩及火山集块岩。上述优地槽型岩系形成后，经武陵运动（四堡运动）褶皱回返，在黔东南及桂北地区有中、酸性岩浆侵入，并普遍发生区域变质。在梵净山区形成了北东东向（N50°～60°E）的紧密线状褶皱，在黔东南的从江地区及桂北地区形成了由从江地区的北东向转成桂北四堡地区的北西向紧密线状和同斜褶皱。经过这次构造运动，奠定了扬子准地台的基础，因此，武陵（四堡）运动是本区的一次重要的褶皱运动，但此时地槽发展并未结束，基底并未完全固化稳定下来。晚期，形成了以板溪群为代表的巨厚的类复理石沉积。板溪群呈角度不整合于梵净山群（四堡群）之上，大致可分为两大沉积区，即武陵山区和黔东南、桂北区。武陵山区的板溪群由紫红色条带状砂质板岩夹泥质灰岩组成，顶部为灰绿、灰色凝灰岩、层凝灰岩及长石石英砂岩等，厚为5900米。黔东南区自下而上可分为五个组，即甲路组、乌叶组、番召组、清水江组及隆里组（桂北分为白竹组、合桐组及拱洞组），主要为砂质和泥质复理石沉积，厚度大于5000米，下部甲路组为砾岩、粗砂岩及石灰岩，乌叶组中有厚达1000余米的黑色碳质页岩，广西三江之东南厚度急剧增加，并有海底火山熔岩喷发。板溪群沉积后，经雪峰运动的抬升和区域变质作用，逐渐转化为较稳定的地台。板溪群与上覆震旦系（地台盖层）间，普遍为假整合接触。局部偶见微角度不整合，部分地区（黔东南从江及桂北）为整合关系。因此，江南式基底与上覆盖层间是渐变的，由优地槽—冒地槽逐渐转化为稳定的地台区。

昆阳式基底及江南式基底均形成于晚元古代晚期。四堡群（梵净山群）和昆阳群的下部，可能相当于北方的长城系。板溪群、昆阳群的上部（可能包括其上的澄江砂岩）大致相当于北方的蓟县系和青白口系。据报导，侵入于四堡群而被板溪群不整合的本洞岩体，U—Pb法同位素地质年龄为$1400^{\pm} \times 10^6$年；下昆阳群凝灰岩Rb—Sr全岩地质年龄为$1640^{+} \times 10^6$年；上昆阳群Rb—Sr全岩年龄值分别为$1177^{\pm} \times 10^6$年及$1002^{\pm} \times 10^6$年。一般将雪峰运动与晋宁运动对比。但有人（1974年）则持不同意见，认为雪峰运动不能与晋宁运动对比，前者相当于澄江运动。如这一意见成立，则澄江砂岩就有可能与板溪群对比，成为基底岩系的组成部分，从澄江砂岩的岩性岩相分析看，它也可能是板溪群的边缘相沉积。

如上所述，扬子准地台在本区范围内的基底有三个特点：

①基底形成晚，它们形成于晚元古代晚期；

②基底变质浅，硬化程度低；

③基底与盖层间多呈现过渡关系或非突变式转化。

二、华南褶皱系的基底特征

华南褶皱系位于扬子准地台之东南，在区内包括广西大部及滇东南地区，这是一个晚加里东地槽褶皱系，地槽建造由震旦系至志留系组成，为复理石、类复理石砂泥岩及少量碳酸盐岩和火山岩。出露于桂北、桂东南及大瑶山—西大明山一带。经加里东晚期的广西运动，使地槽褶皱回返，岩石经受不同程度的区域变质。桂北、桂东南的云开大山有酸性火成岩浆侵入；桂北形成北北东向紧密褶皱，桂东南出现北东向紧密线状褶皱，部分有混合岩化现象。大瑶山—西大明山一带主要由寒武系砂泥质岩组成，形成近东西向的紧密线状褶皱，局部地区有花岗岩侵入，其上与泥盆系底部的砂砾岩，呈明显的不整合。从泥盆纪开始，华南褶皱系与扬子准地台拼合，开始了地台的发育历程。

三、扬子准地台与华南褶皱系西南段界线划分

扬子准地台及华南褶皱系是中国大地构造的一级构造单元。如上所述，扬子准地台是晚元古代晚期开始形成的地台，华南褶皱系位于扬子准地台东南侧，它是加里东构造期的冒地槽带，是一个晚加里东地槽褶皱系。地槽型建造主要由震旦系至志留系组成。这两个性质不同的构造单元在西南段划界问题，长期以来争论较多。1981 年出版的 1：400 万《中国大地构造图》上标示的这段界线是：西以南盘江断裂为界，呈北东、北东东向延伸经贵州的册亨、望谟、罗甸、至广西后转为北东向，以三江断裂为界延入湖南。在划定上述界线的同时指出，右江印支地槽褶皱带（南盘江坳陷、滇东南隆起），为两大构造单元的构造过渡带。

这两个构造单元划分的依据应是基底性质的不同。但由于两者在加里东构造发育阶段，存在着构造过渡现象，在加里东期之后的构造发育中两者又熔为一体，并为后期构造形迹所掩盖，其具体界线的划分，确实存在不少困难。近年来，在南盘江坳陷和滇东南地区，发现不少下古生界，这些资料说明，该地区缺失志留系，奥陶系受到强烈剥蚀，仅在部分地区残存下奥陶统。寒武系特别是中、上寒武统和下奥陶统的沉积特征、岩性和古生物组合，均与扬子准地台上的同期沉积相似，而与华南褶皱系同期冒地槽型的类复理石沉积有泾渭之别。再则是加里东末期广西运动在华南褶皱系形成的强烈褶皱、区域浅变质以及与其上覆地层间形成的不整合，在这两地带表现也微弱。相反它们与扬子准地台上的构造特征更为相近，因此滇东南隆起与南盘江坳陷等地区，实质上是扬子准地台的组成部分。

另外，在南盘江坳陷及滇东南隆起东侧的靖西、大新、天等及宁明等地，发现了一些零星的寒武系，其生物地层特点，具有扬子生物区与华南生物区的过渡性质，亦可旁证扬子准地台与华南褶皱系的构造过渡地带位于靖西、百色北东一线和宁明、大新北东一线之间（图 1-4-1）。

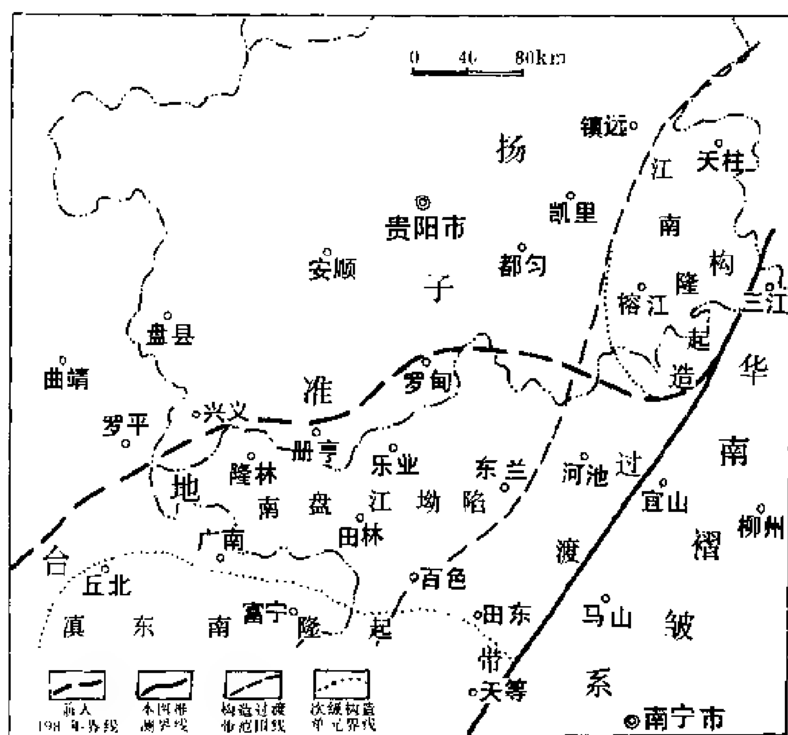


图 1-4-1　扬子准地台与华南褶皱系西南段划界示意图

江南隆起也是扬子准地台和华南褶皱系间的构造过渡带，因为江南隆起是加里东末期广西运动所形成的褶皱隆起，其下古生界与上元古界基底之间，为整合或假整合接触。在早古生代各个时期，它是广海盆地向深海槽地的过渡地带，加里东晚期的广西运动，在该地区虽形成褶皱，但早古生代地层并未区域变质，只是由于隆起作用，使古生界大部已缺失。因此，江南隆起在构造特征上与华南褶皱系相近，其沉积特征及区域变质情况则又与扬子准地台相似，它应是两大构造单元的过渡地带。

综合上述，考虑到下古生代多期沉积相的北东向展布特点，靖西、百色、三都、玉屏一线之东多为碎屑岩及类复理石沉积，且广西运动形成较强烈的褶皱；该线之西多为台地相沉积，广西运动并未形成较强烈的褶皱等情况，扬子准地台与华南褶皱系之间的构造过渡地带，在西南段，应在靖西、百色、三都、玉屏一线和宁明、大新、都安、三江一线之间。如果为了照顾江南隆起的习惯归属，即暂将其划入扬子准地台，则两大构造单元的界线应在靖西、百色、南丹、三江一线，呈北东向延入湖南。

第二节　盖层构造发育历史

盖层构造发育的历史，在扬子准地台可概括为四个阶段，即加里东构造期、海西印支构造期、燕山构造期及喜山构造期；在华南褶皱系则只有后面三个构造发育期。各构造期虽然都经历了多次构造运动，但均有自己特有的运动性质，并形成了一定的构造特征。（图1-4-2）

一、加里东构造期

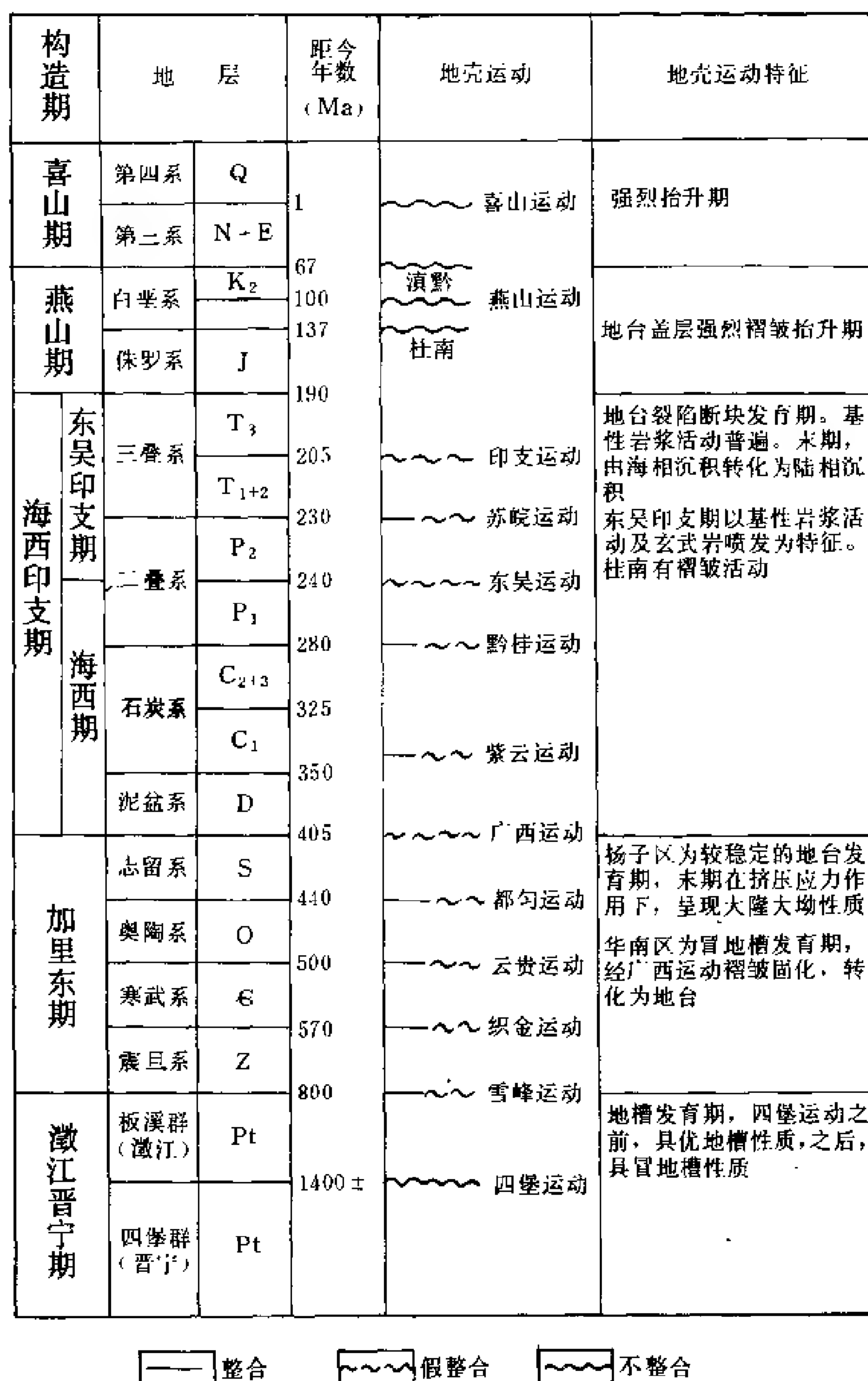
加里东构造期，指的是雪峰运动（澄江运动）至广西运动之间的一段时期，时限为震旦纪至志留纪末。该时期是扬子准地台较稳定的发育阶段。沉积总厚度多数为4000米左右，岩性为碳酸盐岩夹砂泥岩，地层的横向变化较稳定。呈北东向展布的沉积相带较规整，康滇古陆的部分地区可能为海盆西部边缘，黔东铜仁、三都北东一线之东为盆地沉积区、其间为广阔的台地相分布。晚期，受华南地槽褶皱回返的影响，在挤压应力作用下，呈现出以黔中滇东隆起为主体的北东东向大型隆起和坳陷的古构造特征。

志留纪末期的广西运动，是该构造阶段最主要的构造运动，它是华南地槽回返的主褶皱幕。以桂东南云开大山最为强烈，形成了以北东向为主体的全形紧密褶皱，次为桂南及桂中的大瑶山、大明山北东一带，次递向桂北及黔东南减弱。在黔东南（即江南隆起的西南隅），早古生代地层虽卷入褶皱，并形成北北东—北东向的构造线，但地层并未区域变质。局部地区，如广西钦州北东一线，志留系与泥盆系呈整合接触，似乎加里东地槽仍在发展，至二叠纪中期的东吴运动才告结束。在扬子准地台范围内，则主要表现为升降运动。滇东曲靖一隅，广西运动似未波及，志留系与泥盆系间亦为整合关系。

加里东期另一次重要的构造运动，发生于中奥陶世晚期与早志留世之间，在贵州及滇东地区称都匀运动，它表现为大规模隆起，使大部地区缺失晚奥陶世乃至志留纪沉积。

该时期，在扬子准地台范围内，火成岩活动表现十分微弱，仅在黔东的镇远、三穗一带有偏碱性超基性岩侵入，岩体规模甚小，一般长仅数米至数十米，最长达400余米，岩体多呈岩墙、岩脉、岩枝状，其侵入层位多为寒武系及其以下地层，以中、上寒武统碳酸盐岩中的岩体数量最多。这些岩体与围岩均呈突变接触，一般没有明显的接触变质，只表现退色和

重结晶现象。局部可见微弱硅化和铁质浸染，范围很窄，一般仅几厘米至一米。



构造期	地层		距今年数（Ma）	地壳运动	地壳运动特征
喜山期	第四系	Q	1	喜山运动	强烈抬升期
	第三系	N-E	67		
燕山期	白垩系	K_2	100 137	滇黔 燕山运动 桂南	地台盖层强烈褶皱抬升期
	侏罗系	J	190		
海西印支期（东吴印支期）	三叠系	T_3	205	印支运动	地台裂陷断块发育期。基性岩浆活动普遍。末期，由海相沉积转化为陆相沉积 东吴印支期以基性岩浆活动及玄武岩喷发为特征。桂南有褶皱活动
		T_{1+2}	230	苏皖运动	
	二叠系	P_2	240	东吴运动	
海西印支期（海西期）		P_1	280	黔桂运动	
	石炭系	C_{2+3}	325		
		C_1	350	紫云运动	
	泥盆系	D	405	广西运动	
加里东期	志留系	S	440	都匀运动	扬子区为较稳定的地台发育期，末期在挤压应力作用下，呈现大隆大坳性质 华南区为冒地槽发育期，经广西运动褶皱固化，转化为地台
	奥陶系	O	500	云贵运动	
	寒武系	∈	570	织金运动	
	震旦系	Z	800	雪峰运动	
澂江晋宁期	板溪群（澂江）	Pt	1400±	四堡运动	地槽发育期，四堡运动之前，具优地槽性质，之后，具冒地槽性质
	四堡群（晋宁）	Pt			

图 1–4–2 滇黔桂地区构造发展阶段划分简图

广西运动的结果，形成了黔东南褶皱隆起（江南隆起的西南段）、黔中滇东隆起、隆林隆起及本区北邻的乐山隆起。在上述隆起间形成了大型坳陷，如滇黔北部坳陷、黔南坳陷等（图 1–4–3）。

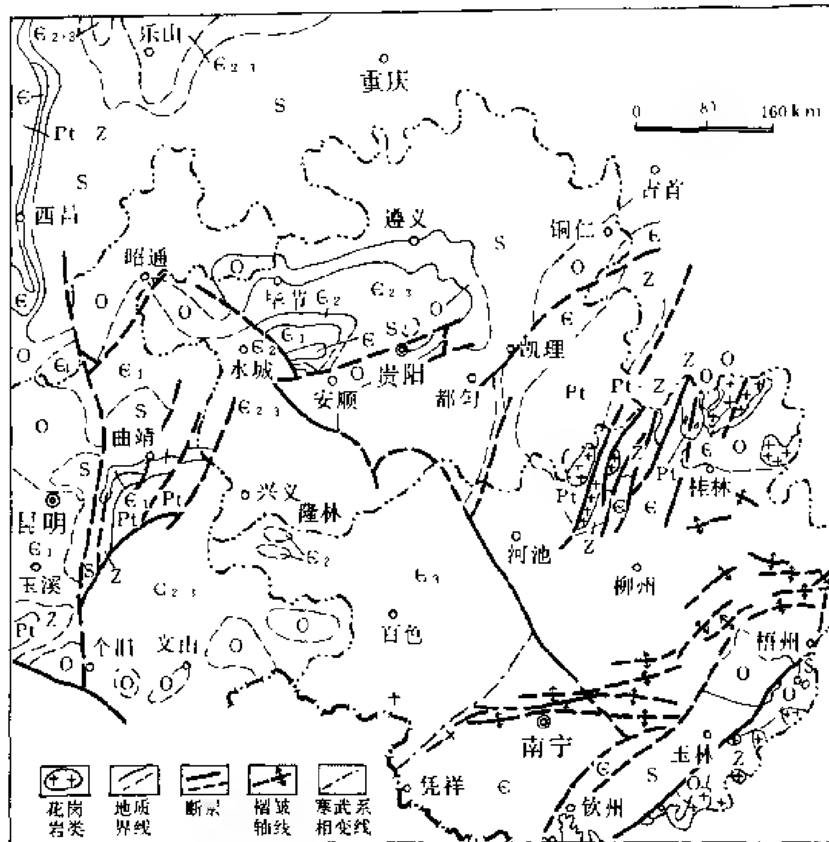


图 1-4-3 滇黔桂地区前泥盆纪古地质简图

黔东南褶皱隆起。呈北东—北北东向，是扬子准地台与华南褶皱系的构造过渡地带。如前所述，就其褶皱的性质和时间来看，更具后者的特色。广西运动在该地区形成了较强烈的褶皱和抬升，早古生代各层系大部已剥蚀殆尽，晚古生代地层超覆或不整合其上。

黔中滇东隆起。横亘于滇东及贵州中部，由于受垭紫—都安断裂北段的肢解，可分为东西两部分。东部比较完整，构造线呈北东东向、近东西向，隆起幅度达 3000 米，核部由下寒武统下部组成，在织金一带，翼部依次为中、上寒武统、下奥陶统、下志留统等地层，石炭系及二叠系超覆于上述地层之上，构成一个较完整的古背斜（图 1-4-4）。西部较为复杂，可分为南北两支，呈燕尾状向西开叉，北支在宣威、会泽一带呈北东东、近东西向，西端被小江断裂截止，核部为下寒武统，两翼分别为奥陶系或志留系。南支以陆良召跨为中心，呈北东向延伸，核部为晚元古代浅变质岩系（昆阳群），翼部依次为震旦系及寒武系。在上述两支隆起间，为曲靖—盘溪北东向志留系形成的坳陷隔开。

黔中滇东隆起具有沉积隆起和剥蚀隆起的性质，它在早奥陶世孕育，志留纪开始出现，由水下沉积隆起逐步发展成剥蚀隆起。

隆林隆起。位于桂西北隆林、田林、西林一带，呈东西走向，核部隆林一带由中寒武统组成。其隆起性质与黔中滇东隆起相似，但规模和隆起幅度可能较小。

上述诸隆起和康滇隆起以及北邻四川的乐山隆起及其间的坳陷，构成了该地区加里东期的构造图景。这一构造图景对后期构造发展有重要的影响，亦为该地区的构造单元划分提供

了重要的依据之一。同时，它对下古生界特别是处于成油高峰期的上震旦统及下寒武统的油气运聚指向，有重要的控制作用。

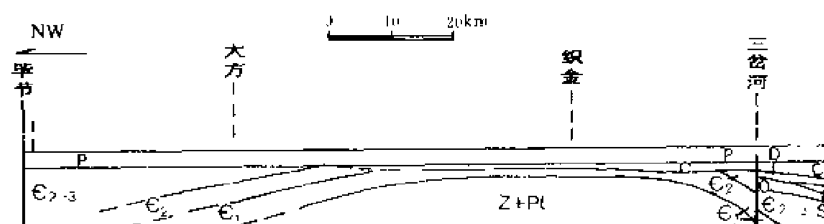


图 1-4-4　黔中滇东隆起织金古背斜示意剖面图

二、海西印支期

经过加里东晚期的构造运动，华南地槽褶皱固化，与扬子准地台拼合为一体，开始了新的构造发育阶段。该阶段的时限为泥盆纪至中三叠世末。该时期是以地台裂陷断块为特征。主要在引张应力作用下，断裂活动活跃，完整的地台被裂陷槽割裂，出现了基性岩浆活动。垭紫—都安断裂、师宗—弥勒断裂、小江断裂、合浦—博白断裂等等（图 1-4-8），此时已显示出活动性，这些古断裂在海西期（D—P_1）的地质历史演化中，有着重要的影响和制约。裂陷槽的出现，往往与断裂活动有关。在海西期，主要表现为台地沉积区中嵌以静水盆相沉积，这些静水盆地，多以条带状展布，呈北西—北西西向弯曲延伸。如中泥盆世的罗富静水盆地相，石炭纪的罗甸、水城静水盆地相等均属此类，这类静水盆地环境中所形成的暗色泥岩及碳酸盐岩是较好的生油层。

早、晚二叠世之间的东吴运动，是对全区影响较大的一次运动，主要表现为区域性的隆升，在滇东及黔西大部分地区有大量玄武岩类喷发（图 1-4-5）。经过这次运动，使滇东部分地区的晚二叠世沉积转变为陆相。在广西灵山、钦州一线，结束了加里东晚期以来的残留海，并有褶皱运动发生，使晚二叠世的类磨拉石沉积不整合于下伏地层之上。

东吴运动之后，以裂陷断块为特征的构造活动，在南盘江、右江地区的中三叠世表现尤为强烈，出现了微向北凸的弧形裂陷槽，其中形成了巨厚的浊流沉积。

中三叠世晚期的印支运动，结束了该地区长期以来的海相沉积史，开始了陆相湖盆沉积，是该地区地质发育历史上的一个大的转折点。印支运动除在桂南十万大山地区有褶皱运动外，主要表现为区域性的隆起和坳陷。通过这一运动，西侧昆明一带，形成南北向隆起，东邻湖南吉首一带，出现北东向隆起，北邻地区形成了泸州古隆起，其它大部地区，则处于古构造的斜坡位置（图 1-4-6）。这一古构造型式，对于在该构造阶段进入生油高峰期的生油岩所生成的油气的运聚方向，具有控制作用。现今泸州古隆起及其周邻众多气田的发现，亦证实了这种控制作用。

该构造阶段，岩浆活动相当活跃，除上述的玄武岩类喷发并形成大面积的覆盖外，尚有各类基性岩及中酸性岩的侵入和喷出。主要分布于康滇古陆、桂西南及滇东南地区。在康滇古陆上，多沿南北向大断裂成带分布，以辉绿岩类为主，侵入的最新围岩为二叠纪玄武岩，呈沉积关系接触的最新地层为上三叠统。桂西南的靖西、凭祥、龙州等地，在中、晚泥盆世、早石炭世及早二叠世均有中基性火山岩喷发，它们呈层状夹于沉积岩中，各层厚 5～50 米。黔西北及黔南的望谟等地，有辉绿岩类侵入，主要侵入下二叠统和下石炭统中、上部的

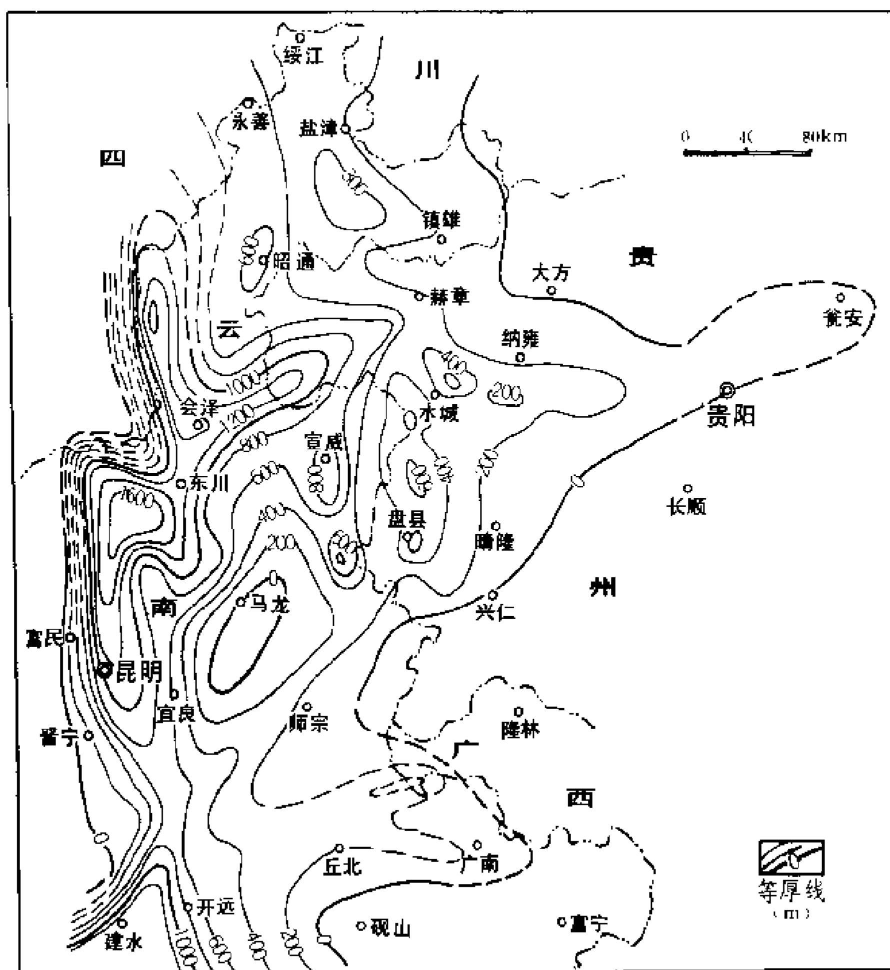


图 1-4-5 滇黔桂地区二叠纪玄武岩分布图

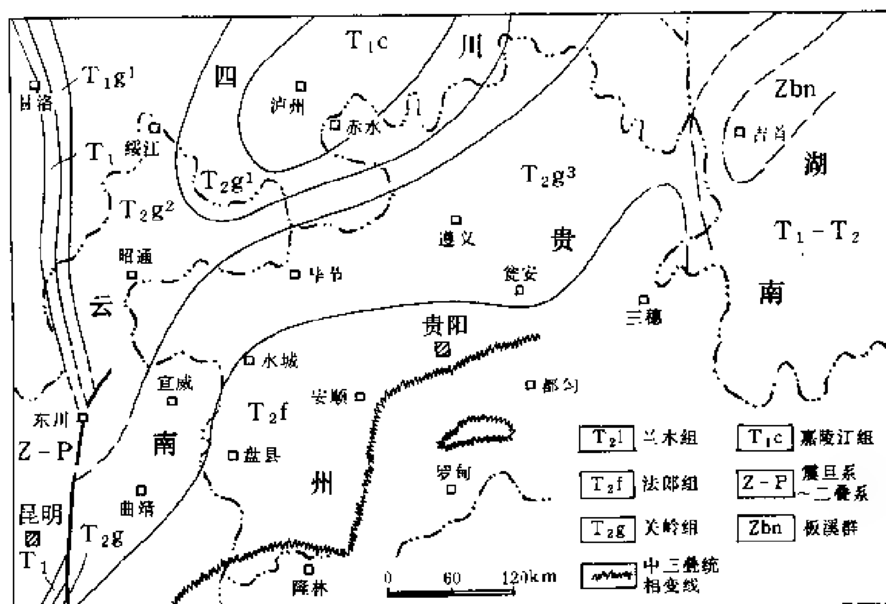


图 1-4-6 滇黔桂地区晚三叠世前古地质简图

石灰岩中，以岩床居多，厚数十米，大致顺层侵入。早、中二叠世，在滇东南、桂南、桂东南有火山岩的喷出及花岗岩的侵入。

三、燕山构造期

燕山期是该地区的陆相湖盆发育期。这里指的是晚三叠世至晚白垩世末的一段地质历史。早期，形成了两个大型的以侏罗纪湖相沉积为主的盆地。其一是以现在的四川盆地为中心，侏罗纪湖相沉积发育，凤岗、瓮安、贵阳、盘县、曲靖、昆明及通海一线之北，可能属原始四川盆地（图 1-4-7），楚雄盆地可能也是这一盆地的组成部分，由于它所处的构造位置不同，其沉积组合特征与四川盆地有所差别。其二是以现在的十万大山盆地为中心，形成的侏罗纪湖相沉积盆地，该盆地的原始沉积范围尚难确定，从上述两盆地侏罗纪的岩性岩相特征看，它们是相互分隔的。由于它们之间的桂西北、黔南缺失侏罗系及上三叠统，其分隔位置界线，尚需进一步研究。

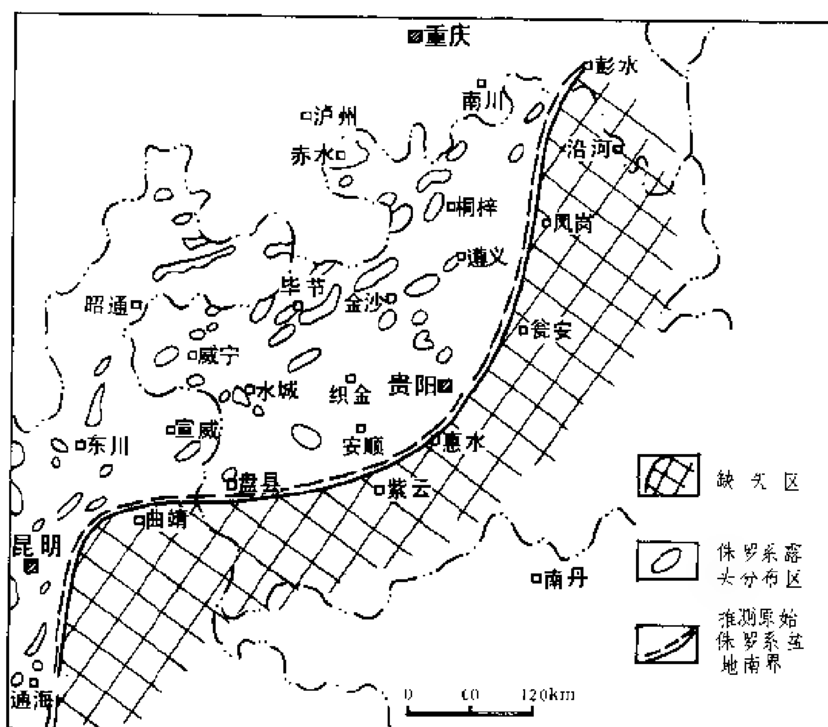


图 1-4-7　四川原始侏罗纪盆地南界及露头分布图

燕山晚期是地台盖层的强烈褶皱期，这一重要构造运动，是该地区最伟大的地质事件之一，它横向上几乎席卷整个地区及其周邻，纵向上从板溪群至整个古生代至中生代地层均卷入褶皱（华南区为晚古生代至中生代地层）。深刻地改造了晚元古代晚期以来（华南区为晚古生代以来）各构造期所形成的古构造型式，从而奠定了现今地表构造的基本格局。

这次褶皱运动发生的时间，各地有所差异。广西大部地区，侏罗系与白垩系之间呈明显的角度不整合，其褶皱运动发生的时间应为侏罗纪与白垩纪间，称宁镇运动。运动发生的时间比较确切。贵州及滇东大部地区，缺失早白垩世沉积，晚白垩世与第三纪地层形影相随，与下伏侏罗系及其它老地层呈角度不整合关系，褶皱运动发生的时间，应在晚白垩世沉积之前，侏罗纪沉积后的一段时间，亦称宁镇运动。黔北的赤水地区，缺失早白垩世沉积，晚白

垩世的夹关组红色岩系与下伏侏罗纪沉积呈假整合接触。楚雄盆地的白垩系发育完整，与下伏的侏罗系为假整合关系，因此，赤水地区、楚雄盆地等地，褶皱运动可能推迟发生在喜山期。如此看来，这一重要的褶皱运动，以广西大部地区发生较早，向北、向西，其发生时间可能逐渐推迟，至黔北赤水及楚雄等地，褶皱运动推迟到了喜山期。

伴随这一褶皱运动，在桂北、桂东南等地有花岗岩及其它基性岩侵入；在贵州望谟一带有基性岩、偏碱性超基性岩等规模不大的侵入岩体；在滇东南地区有个旧花岗岩、文山薄竹山花岗岩及马关都龙老君山花岗岩侵入等。

四、喜山构造期

喜山期构造运动是以强烈的抬升剥蚀为特征，部分地区也有褶皱运动。在燕山期奠定的构造格局的基础上，本区被强烈抬升和剥蚀。使古生代及三叠纪地层大量裸露地表，黔北地区的剥蚀幅度可达3000～5000米。使原始侏罗纪盆地向北收缩至现今的位置，并肢解出楚雄等大型构造盆地。十万大山等构造盆地的现今面貌，亦是该时期形成的。在黔北赤水地区、楚雄盆地有褶皱运动发生，它可能是燕山晚期褶皱运动的延续。与此同时，沿断裂和负向构造地带，出现了众多的小型第三系盆地，如百色盆地（E、N）、合浦盆地（E、N）、南宁、昆明等盆地（N、Q）及景谷盆地（N）等。至此，形成现今的构造面貌。

上述盖层各构造期虽有各自的运动性质和构造特征，但各构造期的界线并不是截然分开的，它们之间具有过渡性质，一个构造期的晚期，往往孕育有下一个构造期的构造性质，有一个承上启下的发展过程。如加里东晚期，古断裂活动已有所显示，长期较稳定的地台已开始转变，都匀运动后，黔中滇东隆起已初具规模，早古生代各层系（Z_2–O_1）北东向相带展布特征已渐消失，使志留纪的沉积相带分布与下古生界其他层系有较明显的差别。（详见第二篇第一章）又如燕山晚期的褶皱运动，在大部地区，于晚白垩世之前已完成，但部分地区已延入喜山期，在第三纪早中期才出现。

从各构造期表现的构造特征来看，在整个构造发育历史中，有继承、有改造，但改造大于继承，以改造为主。加里东期所呈现的古构造面貌，在海西印支期受到了深刻的改造。如黔中滇东隆起是在加里东晚期出现的，但在海西印支晚期，受到较彻底的改造，转变为泸州古隆起和南盘江坳陷间的北高南低的斜坡。至燕山、喜山期，又转换为南高北低的斜坡（苗岭之北）。这种以改造为主的构造发育特征，对古生代及三叠纪海相地层中的油气聚集将有着极为复杂的控制和影响。

第三节　区域构造发育特点

一、经历了多期构造运动

红河—金沙江之东的滇黔桂地区，自元古代的武陵（四堡）旋回至新生代的喜马拉雅旋回，经历有二十次以上的地壳运动（图1-4-2），其各次构造运动性质和规模不等。有褶皱运动也有升降运动，但以升降运动为主（造陆运动），褶皱运动甚少。明显的褶皱运动仅三次。最早为武陵（四堡）运动，云南中部的晋宁运动可能与之相当，它是扬子准地台基底形成过程中的一次重要运动，并伴随有超基性、基性、中性和酸性的岩浆活动。第二次褶皱运动发生于加里东末（志留纪末），即广西运动，结束了组成华南褶皱系基底的早古生代及其以前的地槽型沉积。其波及范围限于广西境内的华南褶皱系及黔东南地区。其强度向西北逐渐减弱，在扬子准地台则表现为升降运动。第三次褶皱运动发生于燕山旋回的宁镇期，最早

发生在侏罗纪与白垩纪之间，以广西的褶皱期最早，向北、向西，褶皱期逐渐推迟，至四川盆地及楚雄盆地到第三纪才最终完成。

其它构造运动，均属升降性质运动，但其中雪峰运动（相当于澄江运动），比较特殊，具有区域变质作用，是最终完成扬子准地台基底的一次运动。与上覆地层的接触关系，为假整合、微角度不整合，雪峰山区及滇东部分地区有褶皱性质。海西期的东吴运动区域影响很大，在滇东及黔西有大量玄武岩类喷溢。晚三叠世早期的印支运动，使海水普遍退出本地区，从此该地区以陆相沉积代替了海相沉积。第三纪以来地壳的抬升运动相当强烈，促成了云贵高原地貌的形成。

二、盖层构造演化经历了一个由弱到强的发展过程

加里东构造发展阶段，在扬子准地台是较稳定的地台发育期，形成了广泛的碳酸盐岩及砂泥岩沉积，其沉积速率一般为 20～25 米／百万年，其中泥质岩类及碳酸盐岩类生油岩广泛分布，但厚度不大，似乎并未形成大型的生油坳陷。海西印支期，裂陷断块发育，基性火成岩类的侵入和喷发活动剧烈，构造活动增强，沉积速率可达 105 米／百万年。在地层中各类生油岩分布相对集中，并开始形成较大型的生油坳陷。燕山—喜山期，是本区构造发展中的巨大变革时期，来自东方的滨太平洋构造域和西方的特提斯—喜马拉雅构造域的挤压应力作用，使本区发生强烈的褶皱和抬升。第三系极不发育。仅在一些断陷和负向构造地带零星分布。该地区盖层构造演化由弱到强的发展过程和后期的强烈抬升的特点，对各时期生油岩的形成以及后期对油气的保存有着明显的影响和控制作用。

三、隆起、坳陷和盆地的发育具有鲜明的时间性

如黔中滇东隆起，是加里东晚期（奥陶纪—志留纪）形成的古隆起，在其后的地质历史中，它或为上扬子古陆（D—C）的南缘、或为北邻泸州古隆起（T）的南斜坡部分。又如黔南坳陷、桂中坳陷，它们是海西期（D—C）坳陷；南盘江坳陷是中三叠世的坳陷，而在加里东期则是桂西北隆起的组成部分。再如楚雄盆地、十万大山盆地等是侏罗纪原始盆地组成部分。总之，隆起、坳陷、盆地随着时间的推移而产生，随着时间的演进而又消失。它们均是在地质历史发展的某一个阶段或某几个阶段中存在。但对后期构造运动所形成的构造形式，特别是燕山期以来所形成的地表褶皱及其组合的形式，可能有明显的影响。

四、长期发育的断裂对本区区域构造发展有明显影响

在加里东晚期，区内主要断裂（图 1 4 8）已明显活动，海西印支期继续活动，并有大量新断裂发生，海西印支期是该地区断裂活动的鼎盛时期之一。纵贯黔桂两省区的呈北西向延伸的垭紫—都安断裂，滇东的师宗—弥勒断裂（呈北东向），桂东南的钦州—灵山断裂（北东向），黔东南的三都断裂（北东、北北东向）等等，此时异常活跃。加里东期古断裂的存在和连续活动，是形成海西印支期裂陷槽的导因。由于断裂的割裂，使相邻地质体间出现沉积和构造特征的突变。这些长期活动的断裂的存在及其形成的地质背景，构成了燕山期及其以后褶皱运动的边界条件，对燕山期褶皱所形成的地表构造形式有重大的影响。这些古断裂在经受了燕山褶皱后的地表形态，往往以断裂束（如师宗—弥勒山断裂等）、波状延伸的断层（如钦州—灵山断裂等）、狭窄的背斜断褶带（垭紫—都安断裂的部分地段）、狭窄的向斜断褶带（如都匀断裂等）等形式存在。它们或截切构造线，陡然地改变构造线的方向，致使构造线依附于断裂延伸，或形成第三系山麓堆积的小盆地等等。当然燕山期褶皱的同时也形成了大量断层，如江南隆起南缘的河池、宜山等地所形成的褶皱冲断带即是一例。

红河—金沙江断裂，是该地区发育历史最长，十分宏伟的断裂带。是“一条重要的超岩石圈断裂带（板块缝合线）”。该断裂带在印支期极为活跃，著名的苍山—哀牢山变质带即与其有关。红河断裂从晚元古代起就是一条重要的深断裂。它构成了扬子准地台、华南褶皱系及三江褶皱系三大构造单元的分界。

第四节　构造单元划分

一、构造单元划分的原则

以勘探油（气）为目的的构造单元的划分，着重考虑沉积盖层的构造特征。前已述及，滇黔桂地区，在区域构造上，分属扬子准地台、华南褶皱系及三江褶皱系等三大构造单元。在构造单元划分时，把它们作为超级构造单元来处理，不参与构造划分的级次排序。由于多年来滇黔桂地区的油（气）勘探活动，在红河—金沙江之东开展。构造单元的划分的范围也只能限于红河—金沙江断裂之东的地区。

本区的构造单元分为四级：

Ⅰ级为隆起、坳陷和断坳、盆地等；

Ⅱ级为凸起、凹陷、断阶及宽向斜等；

Ⅲ级为向斜带、背斜带等；

Ⅳ级为背斜和向斜构造。

构造单元划分的原则是：

Ⅰ级构造单元的划分，主要依据沉积盖层在各地质历史阶段厚度和岩性的差异。如滇黔北部坳陷，主要是早古生代坳陷，下古生界比较完整，而晚古生代早期地层（D—C）往往缺失；康滇隆起是沉积盖层发育不全的长期隆起；黔中滇东隆起、马关隆起是加里东晚期（O、S）隆起；黔南坳陷、桂中坳陷是海西期（D—C）坳陷等。

Ⅱ级构造单元的划分，主要依据地层厚度和岩相的差异，某时期地层的发育及缺失程度，地表构造的组合形式以及地表地层的分布状况等。如设里宽向斜，系南盘江坳陷中的Ⅱ级构造单元，地表为中三叠统砂泥岩组成的呈北东向展布的复式向斜。长顺凹陷是黔南坳陷中的Ⅱ级构造单元，它是黔南坳陷主要发育期（D—C）中，地层厚度最大的地区，其地表构造组合形式呈南北向隔槽式，背斜呈箱状、似箱状及复式背斜，向斜窄而陡。

Ⅲ级构造单元的划分，则着重于地表构造组合形式及地表地层分布状况。

Ⅳ级构造单元，即石油勘探中所称的局部构造。

Ⅰ级构造单元是本地区含油气的基本单元。在具体划分构造单元时，Ⅰ级单元之下的Ⅱ、Ⅲ级单元，因勘探程度所限，不一定都能划出，如武陵坳陷就未划分Ⅱ级单元；

Ⅲ级单元。多数二级单元中，没有标出三级单元。仅在个别Ⅱ级单元中标出其典型者。

根据上述原则，在滇黔桂红河—金沙江之东的地区，共划分出23个Ⅰ级构造单元，若干个Ⅱ级构造单元及Ⅲ级构造单元。这23个Ⅰ级单元包括楚雄、十万大山、桂平、百色、合浦等较大型的中、新生代盆地及川南坳陷（四川盆地的组成部分）。现将各构造单元名称、面积列于表1-4-1。

二、构造单元简况（图1-4-8）

现将红河—金沙江之东地区的各Ⅰ极构造单元简况叙述如后。红河—金沙江之西的区域构造单元因资料所限，不分别叙述。

① 红河—金沙江断裂
② 绿汁江断裂
③ 小江断裂
④ 师宗—弥勒断裂
⑤ 右江断裂
⑥ 垭紫—都安断裂
⑦ 遵义断裂
⑧ 贵阳—镇远断裂
⑨ 三都断裂
⑩ 三江断裂
⑪ 凭祥—东门断裂
⑫ 钦州—灵山断裂
⑬ 合浦—博白断裂

0 40 80km

Ⅰ 百色盆地 Ⅱ 桂平盆地 Ⅲ 合浦盆地
Ⅳ 南宁盆地 Ⅴ 宁明、十思盆地
Ⅵ 景谷盆地 Ⅶ 昆明盆地

图Ⅰ-4-8 滇黔桂地区构造单元划分图

表1-4-1　滇黔桂地区构造单元划分简表[1,2]

Ⅰ级单元（面积 km^2）	Ⅱ级单元（面积 km^2）
丽江坳陷（17800）	
康滇隆起（37100）	东川凸起（1220）　东山断凹（3600）　武定断凹（5230）　易门凸起（6400）　昆明断凹（20650）
川南坳陷	赤水地区（凹陷）（3100）　绥江地区（凹陷）（2400）
滇黔北部坳陷（35520）	昭通凹陷（16900）　威信凹陷（18620）
武陵坳陷（40350）	
黔中滇东隆起（61470）	开阳凸起（7550）　黔西断凹（12020）[2]　织金凸起（5320）　水城断凹（5960）　宣威凸起（13900）　马龙凹陷（5700）　牛首山凸起（7820）　海宜村凹陷（3200）
黔南坳陷（30000）	长顺凹陷（12600）　安顺宽向斜（4200）　贵定断阶（3470）　黄平凸起（3850）　独山鼻状凸起（5250）
江南隆起（34050）	
黔西南坳陷（21500）	普定断凹（8100）　兴仁凸起（8500）　安龙断阶（4920）
罗甸断坳（10600）	
南盘江坳陷（59600）	师宗断阶（5370）　设里宽向斜（13300）　秧坝宽向斜（6980）　隆林凸起（2750）　乐业断台（16720）　右江断凹（16600）
桂中坳陷（42000）	柳城凹陷（25000）　宜山凸起（4650）　来宾凹陷（21100）　象州斜坡（3150）
桂林坳陷（7030）	
马关隆起（滇东南隆起）（61000）	蒙自断凹（8900）　文山凸起（16380）　富宁断凹（8850）　德保断凹（6500）　大明山凸起（20370）

续表

Ⅰ级单元 (面积 km^2)	Ⅱ级单元 (面积 km^2)
大瑶山隆起 (73000)	富川凸起（8300）　平乐断台（5700）　金秀凸起（12200）　贺县断阶（10820）
灵山断坳 (6900)	
钦州断坳 (15780)	
云开隆起 (14920)	
楚雄盆地 (36500)	东部隆起（8118）　中部坳陷（24426）　西北部隆起（3970）
十万大山盆地 (11500)	北部斜坡带（1750）　中部隆起带（3000）　南部坳陷带（6750）
桂平盆地 (2500)	
兰坪—思茅盆地 (51600)	兰坪坳陷（16400）　思茅坳陷（35200）
白色盆地 (830)	田东凹陷（344）　那白凸起（90）　田阳凹陷（125）　四塘凸起（115）　白色凹陷（116）
合浦盆地 (950)	西场凹陷（320）　上洋凸起　常乐凹陷　新圩凸起　石湾凹陷
南宁盆地 (870)	
宁明、上思盆地 (660)	
景谷盆地 (92)	
昆明盆地 (1000)	

①滇西的构造单元，除景谷盆地外未列入表内；

②黔西断凹可划分为两个次级单元：大方背斜带（面积 $8658km^2$）、梨子冲向斜带（面积 $3360km^2$）。

1.丽江坳陷

位于楚雄盆地之西北，西濒红河—金沙江断裂，是一个古生代至三叠纪的台缘坳陷带。下古生界在西部多已变质，称石鼓群(?)。上古生界及三叠系地表多有分布，构造变形极为复杂。

2.康滇隆起

昔称康滇地轴，位居楚雄盆地之东的武定、昆明、易门等地，是震旦纪至中二叠世时期的隆起带，也是扬子准地台上海西印支期重要的构造岩浆活动带。古生代的某些时期，它是滇东及其邻近地区陆源供给区。印支运动后，产生分异，部分地区形成断陷。楚雄盆地的一部分可能是其中之一。现存范围大致是：东、西为小江断裂和绿汁江断裂所限，南止于红河断裂，向北延入四川。隆起上南北向的构造线发育。是李四光称的著名的云南"山"字形的砥柱地区。该隆起上的一些中、小型新生代的盆地，如昆明盆地等，是石油勘探的对象。

3.川南坳陷

系指四川盆地伸入贵州及云南东北部的部分。即贵州的赤水地区（凹陷）和云南的绥江地区（凹陷）。有关情况详见第三篇第一、二章。

4.滇黔北部坳陷

位于黔北、滇东北地区，东、西分别受遵义断裂及小江断裂所限，南与黔中滇东隆起为邻，北接四川盆地，面积35520平方公里。该坳陷是早古生代坳陷，下古生界发育，层位齐全（缺失上志留统）。海西早中期（D—C），它的东部是上扬子古陆的组成部分；二叠纪至中三叠世，沉积了以碳酸盐岩为主的海相地层。侏罗纪时它是原始四川盆地的组成部分。燕山晚期的褶皱运动及喜山期的抬升，形成了现今地表构造形式。该坳陷可分两个Ⅱ级构造单元，即东部的威信凹陷及西部的昭通凹陷，两者以垭紫—都安断裂为界。威信凹陷地表主要由北东向"S"形褶皱组成，背斜轴部下古生界多已裸露，如九坝、芒部、威信、桑木场等背斜。昭通凹陷中，有泥盆系分布。地表构造较为复杂，主要为北东向"隔档式"褶皱，向斜较宽缓，背斜较窄陡，且伴生有北东向的大断层。

5.武陵坳陷

位于滇黔北部坳陷之东，面积40350平方公里。其发育历史与滇黔北部坳陷相似，但下古生界厚度更大，可达5000米。地表由数列北北东向及近南北向褶皱组成，前者集中于东部，背斜狭窄，且发育走向断层，轴部多出露下古生界，著名的梵净山群基底岩系亦有大片出露。向斜较宽缓，多由三叠系组成。近南北向褶皱分布于西部，背斜宽缓，向斜狭窄，湄潭、西河大型复式背斜即位于此，其核部下古生界多已出露。武陵坳陷是下古生界生油条件最好的地区之一，但保存条件较差。其勘探前景尚须进一步研究。

6.黔中滇东隆起

位于滇黔北部坳陷之南，面积61000平方公里。它是加里东晚期隆起，由于垭紫断裂的肢解，其发展极不平衡。垭紫断裂之东，加里东晚期隆升较高，大部地区缺失奥陶、志留纪地层。早石炭世及二叠纪地层，超覆于寒武纪地层的不同层位上，形成较大型的古背斜（图1-4-4）。可划分出开阳凸起、织金凸起、黔西断凹等三个Ⅱ级构造单元。黔西断凹中，又可划分为梨子冲向斜带及大方背斜带两个Ⅲ级单元。梨子冲向斜带，地表三叠系连片分布，状似构造盆地，其中分布着由三叠系组成的北东、北东东向短轴背斜群，如梨子冲、破头山等背斜。这些背斜地腹缺失奥陶、志留系，寒武系亦曾受到不同程度的剥蚀，震旦系上统的

白云岩、藻白云岩及下寒武统的深色页岩组成较好的储盖组合，以震旦系上统白云岩为目的层，乃是这一向斜带找油气的希望所在。该向斜带北部的大方背斜带，主要为安底、大方、沙厂等背斜组成的似雁行式背斜群。寒武系在安底、沙厂已部分出露。底1井及方深1井均已钻至上震旦统，除底1井产热水（50℃）外，尚无油气发现，但方深1井中的寒武系及震旦系有机碳及氯仿沥青“A”含量均较高，尚须进一步研究（图1-4-9）。

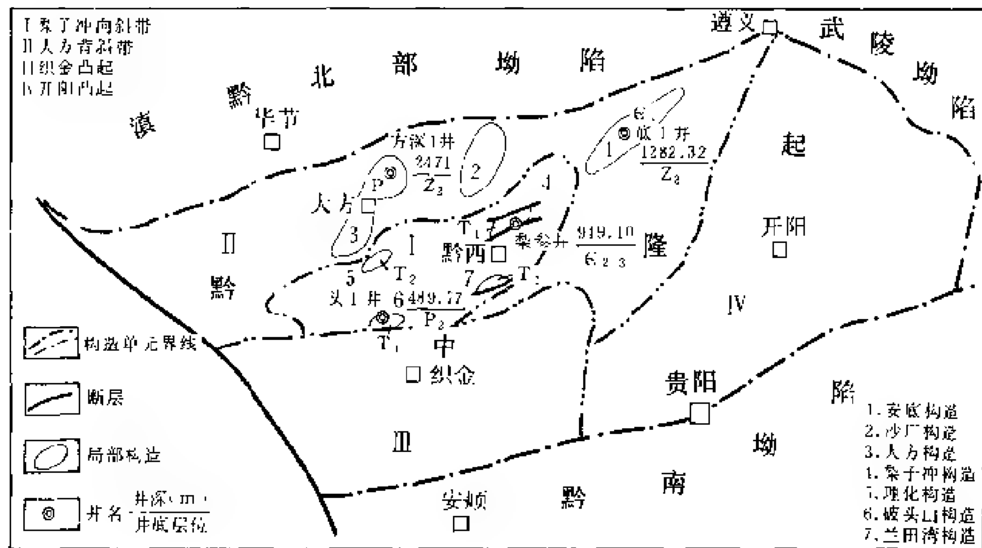


图1-4-9 黔中滇东隆起黔西断凹梨子冲向斜带及其毗邻主要局部构造分布图

垭紫断裂之西、泥盆系超覆于下古生界不同层位之上。可划分出宣威凸起、马龙凹陷、牛首山凸起、海宜村凹陷及水城断凹等Ⅱ级构造单元（图2-4-2）。马龙凹陷及海宜村凹陷中有上志留统存在，厚度1000米左右，它超覆于寒武系之上，与泥盆系呈连续沉积。因此，这两个凹陷实质上是加里东晚期的残留海。地表构造线呈北东向，断层发育，完好的地表构造圈闭较少见。牛首山东侧的泥盆系中，晶洞及化石体腔中多处见油苗。水城断凹的北部有志留系露头，但在断凹内的分布可能局限。地表构造线依附垭紫断裂延伸呈北西向，形成较紧密的背斜断褶带。

7.黔南坳陷（详见第二篇第四章）

位于贵阳、黄平、安顺一线之南，面积30000平方公里，系海西期坳陷，晚古生代地层发育，尤以泥盆系厚度较大，可达5000米。石炭系及其以上地层多已出露。该坳陷中有五个Ⅱ级构造单元，即长顺凹陷、安顺宽向斜、黄平凸起、贵定断阶及独山鼻状凸起。

8.江南隆起

位于黔南坳陷之东，地跨黔东南及桂北地区。是加里东晚期的褶皱隆起，晚古生代亦长期隆升，在燕山期又形成了北东、北北东向褶皱和断裂。基底岩系大片出露，其上仅有少量侏罗、白垩及第三系分布。

9.黔西南坳陷

位于黔西南地区，面积21500平方公里。它是海西晚期及印支期坳陷（P—T_2），二、三叠系发育完整，厚度达5000米左右。坳陷地腹可能缺失奥陶、志留系，泥盆系直接覆于寒武系之上。地表广布三叠系，构造线方向性不明显，北部以北东东向为主，东部则以北西

向为主。兴参井自上二叠统开孔，钻至下石炭统，井深 2934.02 米。有淡水产出，其原因尚待研究。

10.罗甸断坳

位于黔南坳陷之南，面积 10600 平方公里。呈长条形依附垭紫—都安断裂延伸，它是海西早期坳陷，中泥盆统为深海盆地相（台盆相）沉积，主要为黑色、深灰色泥页岩，是较好的生油岩系。地表构造比较复杂，是一个呈北西向延伸的断褶带。

11.桂中坳陷（详见第二篇第四章）

位于广西中部柳州、来宾一带，面积 42000 平方公里。是海西期坳陷。泥盆系发育、层位齐全，中泥盆统上部及其以上地层多已出露。该坳陷中有四个Ⅱ级构造单元，即柳城凹陷、宜山凸起、来宾凹陷及象州斜坡。

12.南盘江坳陷（详见第二篇第四章）

位于滇黔桂三省（区）交界地带，面积 59000 平方公里。是中三叠世坳陷，中三叠统砂泥岩广布地表，厚度大于 2000 米。地表多形成线状褶皱。晚古生代地层主要为碳酸盐岩组成，多形成穹窿状背斜，上、下构造差异很大。坳陷内有六个Ⅱ级构造单元，即师宗断阶、设里宽向斜、秧坝宽向斜、隆林凸起、乐业断台及右江断凹。

13.桂林坳陷

位于桂中坳陷之东，呈北东向展布，面积约为 7000 平方公里。它是石炭纪坳陷，石炭系厚大于 3000 米。泥盆系，石炭系多已出露地表，构造线呈北东向延伸。

14.大瑶山隆起

位于桂中坳陷之东，面积 32600 平方公里。它是上古生代隆起，下古生界浅变质岩系已大片出露地表，泥盆系不整合于下伏基底岩系之上。泥盆系以上地层大部分已剥蚀殆尽。东部钟山等地有加里东期及燕山期酸性岩浆大片入侵。

15.马关隆起

位于南盘江坳陷之南，地跨滇东南及桂西南，又称滇东南隆起，面积约 60000 平方公里。它是上古生代隆起，地表泥盆、石炭系大片裸露，主要断裂多呈北西向。海西印支期有基性岩类侵入和喷出。燕山期有花岗岩侵入。

16.灵山断坳

位于十万大山盆地之南，是晚二叠世的断坳盆地，上二叠统沉积厚度达 5000 米，具有磨拉石堆积的特征。印支期、燕山期花岗岩大片分布。

17.钦州断坳

夹于灵山断裂与合浦、博白断裂之间，系加里东晚期的坳陷，广西运动使华南冒地槽褶皱回返时，似乎并未触及该地区。因此，它实质上是一个加里东末期遗留的海槽。志留系与泥盆系呈整合接触。地表志留系广布，印支期花岗岩大片分布。

18.云开隆起

位于合浦断裂东南，系早古生代褶皱隆起。加里东期、印支期及燕山期均有花岗岩侵入，并与围岩形成混合岩，部分具片麻状结构。

19.楚雄盆地

楚雄盆地面积有 36500 平方公里，是滇黔桂地区面积最大的中生界盆地。位于扬子准地台的西南边缘康滇隆起的西部，为晚三叠世地台边缘断陷基础上发展起来的盆地。上三叠统至白垩系沉积厚度达 8000～15000 米（详见第三篇第三章）。

20.十万大山盆地

十万大山盆地，位于广西西南部，面积11500平方公里。跨于华南加里东褶皱系和钦州华里西褶断带之上。上三叠统至白垩系厚度达7500～13500米（详见第三篇第四章）。

21.桂平盆地

桂平盆地位于十万大山盆地之东，面积2500平方公里，为叠加在上古生代复式向斜基底上的中生代构造盆地。盆地内广泛分布白垩系，厚度达5000米（详见第三篇第五章）。

22.兰坪—思茅盆地

兰坪—思茅盆地夹于澜沧江变质岩带与苍山—哀牢山变质岩带之间。是在印支期褶皱基底上发育的中、新生代盆地，侏罗、白垩及下第三系厚达5000～18000米。构造十分复杂，以往进行的石油地质勘探工作很少。

23.百色盆地

百色盆地位于广西百色地区，是一个受北西向构造控制的、在中三叠统褶皱基底上形成的新生代（E—N）内陆断陷盆地，面积830平方公里，新生界厚度3400米，其中可划分五个二级构造单元，即田东凹陷、那百凸起、田阳凹陷、四塘凸起和百色凹陷。在田东凹陷中已发现五个油田（详见第四篇第一章）。

24.合浦盆地

合浦盆地位于广西北海市之东，是一个受北东向构造控制的断陷盆地，面积950平方公里。上白垩统至第三系沉积厚3200米（详见第四篇第二章）。

25.南宁盆地

南宁盆地是在古生代褶皱基底上，断裂下陷形成的新生界沉积盆地，面积870平方公里。盆地内为下第三系，厚2000米。（详见第四篇第五章）。

26.宁明、上思盆地

宁明、上思盆地，是在十万大山中生代盆地的基础上，沿东西向断裂形成的断陷盆地，面积660平方公里，第三系厚达1700米（详见第四篇第四章）。

27.景谷盆地

景谷盆地是在思茅中、新生代盆地的基底上发育的晚第三纪断陷盆地，面积92平方公里，上第三系厚度为2500米。在上第三系砂岩中有众多油气显示、并有少量石油产出（详见第四篇第三章）。

28.昆明盆地

昆明盆地为晚第三纪—第四纪断陷盆地，盆地面积1000平方公里。第四系沉积厚度1000米（详见第四篇第六章）。

第五节　地表构造特征及局部构造类型

本节主要叙述海相地层分布区的地表构造特征，有关中、新生界盆地的构造特征见第三、四篇。

一、地表构造展布特征

1.北北东向褶皱、断裂

主要分布于黔东北，即武陵坳陷的东部。由数列北北东向褶皱以及与褶皱平行的主要发育于背斜轴部的断裂组成。背斜一般狭窄，轴部为震旦系、寒武系；向斜相对较宽缓，轴部

一般为二叠系、三叠系。

2.北东向褶皱、断裂

是本区一组较为发育的构造形式。

(1) 北东向"S"形褶皱　主要展布于滇黔北部坳陷范围内，背斜轴部下古生界多已出露，向斜轴部多由三叠系及侏罗系组成。九坝背斜、芒部背斜、威信背斜等均位于此。

(2) 北东向短轴背斜群　分布于遵义、毕节一线之南的黔中地区，似有雁行式组合特征。其北部于黔中滇东隆起上的大方背斜带，主要有安底、沙厂、大方等背斜，轴部出露寒武系及二叠系；中部在黔中滇东隆起上的织金凸起及梨子冲向斜带，多属由三叠系组成的背斜群，如梨子冲、破头山、理化等背斜。这些背斜地腹缺失奥陶系、志留系、泥盆系等，寒武系亦受到不同程度的古剥蚀。南部黔南坳陷安顺宽向斜西部，主要为三叠系组成的低背斜，如安顺、二铺、大硐、新场等背斜。

(3) 北东向似梳状背斜群　分布于滇东南的南盘江坳陷师宗断阶。背斜褶皱幅度大，闭合度多大于1000米。断层发育、断距较大，多为平行背斜轴线发育于背斜核部的逆冲断层。如师宗、扬梅山和花贵等背斜轴部的断层。

此外北东向的断裂带，往往由一束褶皱和断裂构成一个宽约10～30公里的断褶带。如师宗—弥勒断裂带，桂东南的钦州—灵山断裂带，黔东南的三都断裂带等。

3.北西向褶皱、断裂

最主要的是垭紫—都安断裂褶皱带。由一束北西向紧密褶皱的狭长背、向斜和走向断层组成，宽约30～40公里，全长达500公里。珠市河、条子场、火烘、罗富等背斜皆在此带内。在广西南丹和大明山有花岗岩类侵入。本断裂带在早古生代已开始孕育，晚古生代活动显著，至燕山期，依附该断裂形成褶皱断裂带。其次是桂西、滇东南（马关隆起）发育的几条北西向断裂，如右江断裂、富宁断裂及文山断裂等。

4.南北向褶皱、断裂

南北向褶皱、断裂，主要分布于贵州中部，其次分布于桂中柳州、来宾地区。呈隔槽式组合形式，背斜宽缓，背斜顶部呈平顶状或微有起伏；向斜狭窄，多伴以走向断层。黔南的雅水、广顺、平火坝等背斜，黔北的湄潭等背斜，桂中的柳江、龙光、寺脚等背斜皆属于此种类型。

南北向断裂较大者有滇东的小江断裂（东经103°附近）、块择河断裂（东经104°附近）、遵义断裂、贵定断裂，都匀断裂等。

5.东西向褶皱、断裂

北部见于贵州赤水地区，系川南长垣坝构造带东延部分，太和、旺隆背斜即位于该构造带内。在桂中的河池—宜山—柳城一线，有一近东西向紧密褶皱冲断带，呈曲线状东西向延伸。在桂西南地区东西向褶皱、断裂也较为常见。

6.弧形褶皱、断裂

主要分布于黔西南、黔西北、滇东及南盘江地区。黔西南、黔西北及滇东的弧形褶皱、断裂，大致由数组向北突出的弧形褶皱及断层组成，紧密褶皱与宽缓褶皱相间。炎方、普古、兴仁等背斜则寓于其中。南盘江弧形褶皱带，为一向北突出的弧形复式向斜。主向斜轴部自西而东，经南盘江、驮娘江和右江。在复式向斜的背景上，错落分布着数排背斜带，如安然—板街—秧坝背斜带、德峨—潞城背斜带、掩嘎—坝林背斜带等。坝林背斜、秧坝背斜、潞城背斜即位于这些背斜带上。上述背斜在地表均为中三叠统砂泥岩组成的紧密褶皱，

但在深部二叠系及其以下的碳酸盐岩层位，则为较完整的穹状背斜。该地区三叠系与二叠系及其以下层系均为假整合；上、下构造不符的原因，并非两次构造运动产生，而是在同一构造力的作用下，由于岩石物理性质的差异引起的。

二、局部构造的分布和形态类型

在局部构造中，以背斜和背斜断层复合构造为主。滇黔桂海相地层分布区已发现背斜或背斜断层复合构造611个，其中地面形态较清楚完整者（或经地震证实）有228个（图1-4-10）。它们的分布是：滇黔北部坳陷27个，黔中滇东隆起31个，黔南坳陷51个

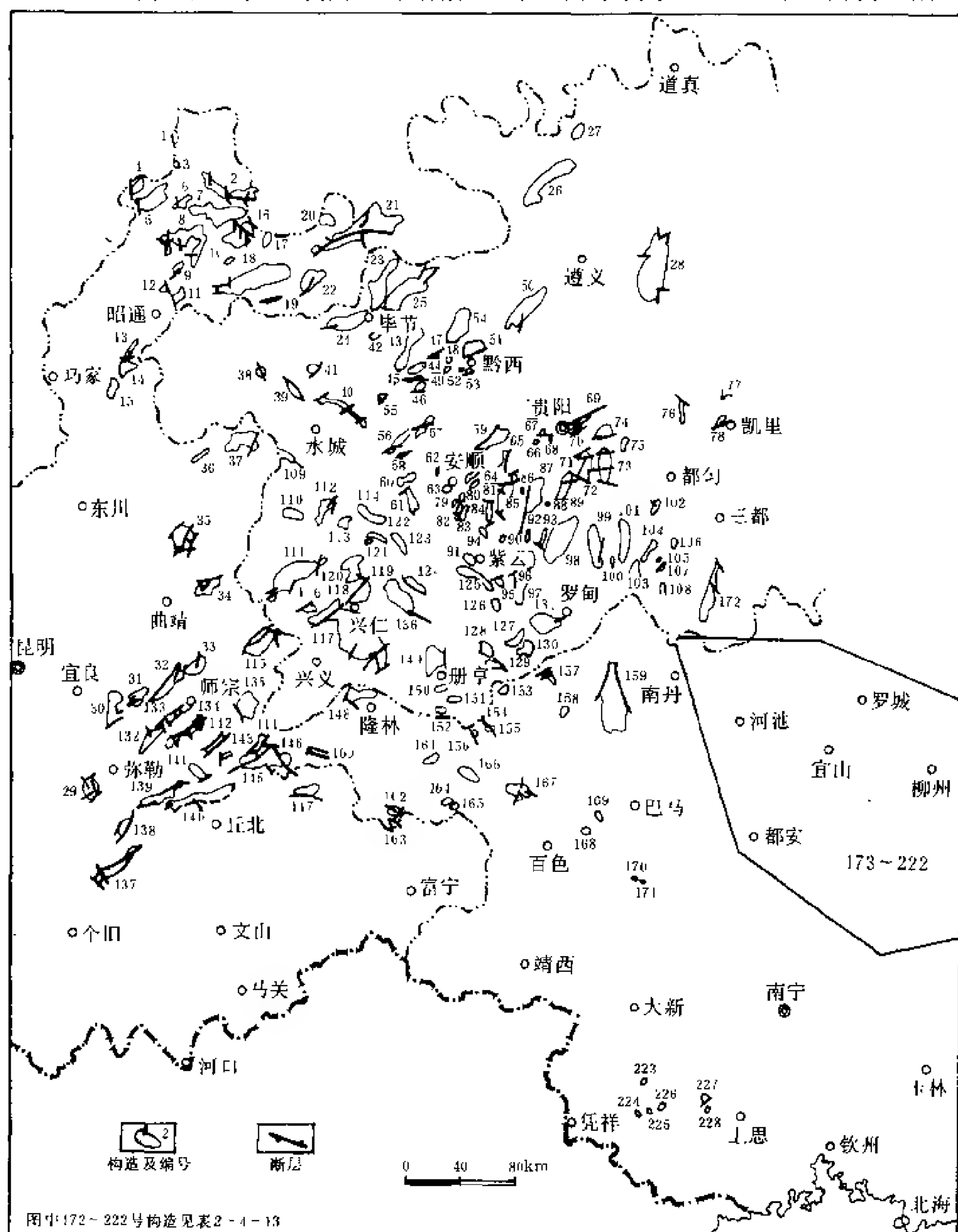


图1-4-10　滇黔桂海相地层分布区主要局部构造分布图

（图中构造编号见表1-4-2）

表 1-4-2　滇黔桂地区海相地层分布区主要局部构造统计表

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积 (km^2)	构造类型	备注
1	芭蕉滩	$\in_1$	26	穹隆	
2	盐津	$\in_2$		狭长	
3	黄毛坝	$\in_2$	13	穹隆	
4	石板滩	C_2	60	穹隆	
5	黄泥坡	$\in_1$		穹隆	
6	高桥	S_1	36	短轴	
7	柿子坝	C_2	220	短轴	
8	大关	S_1	30	短轴	
9	王家山	S_1	30	短轴	
10	小雄马	P_1	14	短轴	
11	昭通	D_1	67	穹隆	
12	长发洞	D_3	35	短轴	
13	鲁甸	O_1		短轴	
14	火德红	$\in_1$	127	狭长—穹隆复合	
15	井武	P_1		穹隆	
16	朝天马	O_2	230	穹隆	
17	小干溪	O_1	39	穹隆	
18	羊场	$\in_1$	620	穹隆	
19	以古	P_1	93	狭长	
20	班竹	$\in_2$	23	穹隆	
21	威信	$\in_2$	28.8	短轴、狭长穹隆	闭合面积为二高点面积总和
22	芒部	$\in_2$	224	穹隆	
23	余洞	$\in_1^4$	217.14	狭长	
24	黄泥冲	$\in_1^4$	105	狭长	
25	仲麦	C_1^3	410	穹隆	
26	九坝	$\in_{2+3}$	137.1	短轴	闭合面积为构造中6个圈闭面积之和
27	乐平	P_1	30	短轴	
28	湄潭	$\in_1^3$	14.3	狭长	圈闭面积为构造中5个圈闭面积之和

续表

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积(km^2)	构造类型	备注
29	龙多	D_2	46	穹隆	
30	石林	D_2	102	穹隆	
31	露花村	D_2		短轴	
32	龙海山	D_3^4	200	穹隆	
33	阜北海子	D_3	121.7	穹隆	
34	白水	D_3	220	穹隆	
35	炎方	S_2	310	穹隆	
36	上酒格	P_2	25	狭长	
37	田坝	D_3		穹隆	
38	最高峰	C_1^3	18	短轴	
39	珠市河	C_1^3	135	短轴	
40	条子场	C_1	21	狭长	未作构造图，各高点以不同时代地层圈闭计算
41	雨磨山	C_1	22	穹隆	
42	羊贵冲	T_1^2	26	穹隆	
43	大方	P^2	35.53	狭长	三高点面积之和
44	理化	T_2^1	48	短轴	
45	长寿	T_1^1	32	狭长	
46	破头山	T_1^1	36	穹隆	
47	甘棠	T_1^2	3.5	鼻状	
48	沙了冲	T_1^2	12.5	鼻状	
49	石龙润波	T_1^3	2.5	短轴	
50	安底	$€_1^4$	13.7	短轴	4高点面积之和
51	梨子冲	T_1^2	79	穹隆	
52	邓家海子	T^2	4	狭长	
53	滥田湾	T^2	6	狭长	
54	沙厂	$€_{2+3}$	16	穹隆	2高点面积之和
55	乌龙坡	P_2	7	狭长	
56	住乌	P_1^3	88	短轴	

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积 (km^2)	构造类型	备注
57	独店了	P_1^2	68	短轴	
58	倮木	P_1	17	短轴	
59	关口	P_1^1	140	短轴	
60	大窑	D_2d^3	58	短轴	
61	大煤山	P_1^3	53.1	狭长	
62	关定庄	T_2^3	20.2	鼻状	
63	安顺	T_2^1	29.8	穹隆	
64	二铺	T_2^1	30.2	短轴	
65	观音洞	T_2^2	24.8	短轴	
66	林东	P_2^1	7.4	穹隆	
67	牛角坡	$P_1^2+P_1^3$	14.2	穹隆	
68	五里关	$P_1^2+P_1^3$	11	狭长	
69	岚子岩	ϵ_{2-3}	41.68	狭长	
70	永乐堡	T_t	8.1	短轴	
71	龙甲	D_3^1	24.1	短轴	
72	头司	$D_2d^2+D_2d^3$	58.5	穹隆	
73	羊场	S	92.5	短轴	
74	云台山	O_l^1	128.2	穹隆	
75	白岩	O_1^3	41.6	短轴	
76	风山	T_1	40.25	鼻状	
77	重兴	S_1^3	10.9	鼻状	闭合面积系半闭合面积
78	虎庄	O_1^2	24.4	穹隆	
79	新场	P_2	12	短轴	
80	大硐	T_1^1	7.7	穹隆	
81	黑山	P_1	17.4	短轴	
82	毛栗坡	C_{2+3}	26.6	短轴	
83	杨家关	C_{213}	37.5	短轴	
84	克姆	D_3	20.8	狭长	

续表

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积(km^2)	构造类型	备注
85	广顺	D_2d^2	178.1	短轴	
86	凯毛堡	C_1	7.1	短轴	
87	谷增	D_3	222.8	短轴	
88	吴家堡	P_2^1	1.5	狭长	
89	上红岩	D_2^1	86.2	狭长	
90	老升坝	C_{2+3}	9.3	短轴	
91	白岩田坝	C_{2+3}	50	穹隆	
92	峒山	D_3^2	10	狭长	
93	青岗岭	C_1^3	2	鼻状	
94	猫营	C_3	14.6	短轴	
95	坝寨	D_3^1	9.5	短轴	
96	王佑	D_2d^2	142.6	穹隆	
97	打狼	C_1^5	39.5	鼻状	2高点面积和
98	雅水	D_3	456.8	穹隆	
99	通州	C_1^1	192.2	短轴	
100	白山朝	C_3	9.8	短轴	
101	平火坝	D_2d^2	193.3	短轴	
102	莲花山	D_2^1	21.4	狭长	
103	红寨	D_3^2	9.7	鼻状	
104	马坡	C_1^4	26.2	狭长	
105	朵罗	C_1^3	2	短轴	
106	四方井	D_2d^3		穹隆	
107	甲捞河	C_1^1	3.7	短轴	
108	上司	C_1^3	8.3	鼻状	
109	沙底冲	C_1	124	短轴	
110	普占	C_3	108	穹隆	
111	莲花山	D_2	800	短轴	
112	格所	D_2	24	短轴	以C_2/C_1界线计算2个高点面积

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积 (km^2)	构造类型	备注
113	顶头山	C_{2+3}	19	穹隆	2 个高点面积和
114	茅口	C_{2+3}	127	短轴	
115	余家老厂	P_1	365	穹隆	
116	红岩	P_1^3	37 7	穹隆	
117	兴仁	P_1^{2+3}	878	短轴	未作构造图，据文字报告填写 5 高点面积和
118	普白	P_1^3	32.8	狭长	3 个高点面积和
119	高武	P_2	90	鼻状	
120	碧痕营	P_1^{2+3}	93	穹隆	2 高点面积和
121	马公冲	T_2^3	6	穹隆	
122	白英哨	T_2^3	26	狭长	3 高点面积和
123	永宁	P_b	80	短轴	
124	牛场	T_2^1	36.5	短轴	
125	火烘	D_2d^2	104 4	狭长	
126	翁刀	C_1^5	42.2	穹隆	
127	麻山	C_{2+3}	63.1	短轴	
128	平绕	P_1	54.8	穹隆	
129	纳亮	C_{2+3}	65.7	穹隆	
130	桑郎	D_2^1	81.8	穹隆	
131	床井	D_2^1	240.4	穹隆	
132	午街铺	T_1y	12	狭长	
133	师宗	P_2	96	短轴	
134	杨梅山	P_2	杨 88.4　色 89.7	穹隆	
135	罗平	T_1	177.5	穹隆	
136	贞丰	P_2^2	220	狭长	
137	马者哨	T_1		狭长	
138	山旧	T_2		短轴	
139	拖夏	T_1	108	短轴	
140	塘房	P_2	273	狭长	

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积(km^2)	构造类型	备注
141	牛角山	T_2f	11	狭长	
142	花贯	P_2	350	短轴	本构造面积系构造控制面积
143	霸王	T_1	30	短轴	
144	路鲁	T_2	45	穹隆	
145	坝林	T_2	205	穹隆	
146	烟药	T_1		短轴	
147	底圩	T	54.4	短轴	
148	安然	C_2	100	穹隆	
149	册亨	C_2	220	短轴	
150	秧坝	T_2	100	穹隆	卫片影像影响面积
151	弼佑	T_2^1	120	穹隆	卫片影像影响面积
152	乃言	T_2	130	穹隆	卫片影像影响面积
153	上雅	T_2		穹隆	
154	百乐	T_1		穹隆	
155	板干	T_1		穹隆	
156	根标	T_2		狭长	
157	逻西	T_2		短轴	
158	加里	T_1		穹隆	
159	天峨	D_3d	142.2	穹隆	6高点面积和
160	平用	T_2		狭长	
161	者苗	T_2	717	狭长	
162	巴林	T_1l		鼻状	
163	木龙	T_1		短轴	
164	合塘	T_1		狭长	
165	者达	T_1		狭长	
166	路城	T_2		狭长	
167	利周	P_2		短轴	
168	六蛇	T_1		短轴	

续表

序号	构造名称	核部出露地层	构造圈闭面积(km²)	构造类型	备注
169	福邦	T_1		狭长	
170	六好	T_1		穹隆	
171	尚相	T_2		穹隆	
172	韦寨	D_3^2	4..7	狭长	2高点面积和
223	那阳	T_1^1	8	狭长	
224	渠迭	T_1^2	7	穹隆	
225	板崇	T_1^4	5	穹隆	
226	江州	P_2	5	短轴	
227	那练	P_2		穹隆	
228	扶岂	P_2		短轴	

注：本表所缺构造编号173～222号，即图1-4-10方框内的构造编号，参见图2-5-25。

(其中一个位于黔南坳陷东邻)，黔西南坳陷19个，罗甸断坳6个，南盘江坳陷38个，马关隆起6个，桂中坳陷50个。

本区局部构造类型多样，可分为穹窿、短轴、狭长及鼻状构造四大类（表1-4-3）。其构造类型及分布见表1-4-4。

表1-4-3 滇黔桂海相地层分布区局部构造类型划分简表

类型	闭合系数 长轴／短轴	褶皱强度 闭合度／短轴
穹窿	≤3	0.05~0.15
短轴	3~6	0.05~0.15
狭长	≥6	>0.15
鼻状		

上述局部构造多为燕山期形成，鉴于本区多数层位和地区的生油层，成油时期大多早于局部构造形成期，针对主要成油期与古构造的配置关系，提出如下四点作为选择有利局部构造圈闭的参考。

①成油期形成的构造，或成油期后接着形成的构造。如黔南坳陷的虎庄构造等。

②各期古构造或某一期形成的古构造，与地表局部构造的重叠复合部位。如黔南坳陷的广顺构造，黔中滇东隆起梨子冲向斜带上的梨子冲构造等。

③宽向斜中次级背斜带上的局部构造，地腹又有较好生储盖组合者。如南盘江坳陷中的秧坝、坝林及潞城构造等。

④地表构造形态完整，古构造发展中处于正向构造部位，在目的层位中仍可能有背斜存在者，如沙厂构造、寺脚构造等。

表 1-4-4 滇黔桂海相地层分布区局部构造分布表

构造单元	按局部构造类型（个）				按构造核部出露地层（个）						
	穹隆	短轴	狭长	鼻状	€	O	S	D	C	P	T
滇黔北部坳陷	12	9	16		16	3	2	2		4	
黔中滇东隆起	12	10	7	2	2		1	7	4	7	10
黔南坳陷	11	23	10	7	1	3	2	15	16	7	7
桂中坳陷	16	23	5	6				15	35		
南盘江坳陷	14	12	11	1				0	2	5	31
黔西南坳陷	7	7	4	1				3	7	9	
罗甸断坳	5	1						3	2	1	
马关隆起	3	2	1							3	3
（合计）	80	87	44	17	19	6	5	45	66	36	51

参　考　文　献[1]

中国科学院地球化学研究所，1977，从燕山地区震旦系地层同位素年龄值论中国震旦地质年表，中国科学，1977，第二期。

中南地区区域地层表编写组，1974，中南地区区域地层表，地质出版社。

云南省区域地层表编写组，1978，西南地区区域地层表云南分册，地质出版社。

田在艺，1983，中国石油地质特征及油气远景评价，石油学报，第四卷第1期。

任纪舜等，1981，中国大地构造及其演化，科学出版社。

刘鸿允，1974，关于前寒武系划分问题，地质矿产研究，1975年增刊。

张文堂，1979，西南地区碳酸盐岩地层，科学出版社。

贵州省地质局古生物工作队，1977，西南地区区域地层表贵州分册，地质出版社。

赵志东，1989，滇黔桂石油地质构造特征，中国含油气区构造特征，石油工业出版社。

[1] 本篇主要根据滇黔桂石油勘探局生产和研究单位研究成果。

第二篇　上震旦统
至中三叠统海相地层勘探区

第一章　沉　积　相

第一节　沉积相模式

滇黔桂地区早古生代（含晚震旦世）的沉积相，与晚古生代至中三叠世沉积相有较大的区别。以威尔逊（J.L.wilson）的沉积相模式为基础，结合本地区的具体情况，分别建立早古生代和晚古生代至中三叠世沉积相模式。

一、早古生代沉积相模式

早古生代沉积相模式见图2–1–1，表2–1–1（1）。

沉积相带多呈北北东向展布，继承性较强，但多缺乏典型的台地边缘沉积区。仅中晚寒武世、早奥陶世及早志留世略具台地边缘沉积区的特征。台地沉积区碳酸盐岩发育，往往缺失台地蒸发岩相带，局限海台地相与开阔海台地相有时不易区分。盆地沉积区的斜坡相带和广海陆棚带二者常成过渡，界线不明显，且沉积厚度一般较薄。

二、晚古生代至中三叠世沉积相模式

志留纪末的广西运动，使华南地槽褶皱回返，与扬子准地台拼合。晚古生代各时期相带的展布与早古生代比较，有了明显的变化，这些变化主要是：①海盆的主体南移至桂中及黔南等地区；②在海域中有台地和盆地相间出现的现象，且台地和盆地中出现局部上隆的台丘，个别时期甚至出现古岛；③生物礁、滩发育，分布于台地边缘沉积区的台缘礁，延伸长，规模大。台丘上也多有生物礁、滩发育。这些生物礁中多有油苗或沥青分布；④滇东及黔北部分地区有海陆交互相和陆相沉积。晚古生代至中三叠世沉积相模式，参见图2–1–2，表2–1–1（2）。

第二节　晚震旦世沉积相

一、陡山沱期沉积相

陡山沱期是在南沱冰期之后第一次出现的海进期，地貌对沉积作用控制明显，沉积环境及岩石类型比较复杂，横向变化大。沉积物以碎屑岩为主，部分地区有碳酸盐岩及磷块岩沉积，分为盆地和台地两大沉积区，缺台地边缘沉积区。在盆地沉积区分为盆地相和陆棚—斜坡相；台地沉积区分为局限海—开阔海台地相及滨海陆源碎屑岩相，现分述如下（图2–1–3）。

1.盆地相（$Ⅰ_1$）

位于三穗、三都一线以东，岩性为薄—中层状黑色碳质页岩，夹硅质条带白云岩，具微细层理及条带状构造，见分散状黄铁矿。

2.陆棚斜坡相（$Ⅰ_{2+3}$）

位于印江、余庆一线东南。岩性以黑色、灰黑色及灰绿色页岩为主，夹白云岩及砂质泥岩，薄层状，具微细层理、结核及条带状构造，见分散状黄铁矿。

3.局限海—开阔海台地相（$Ⅲ_{7+8}$）

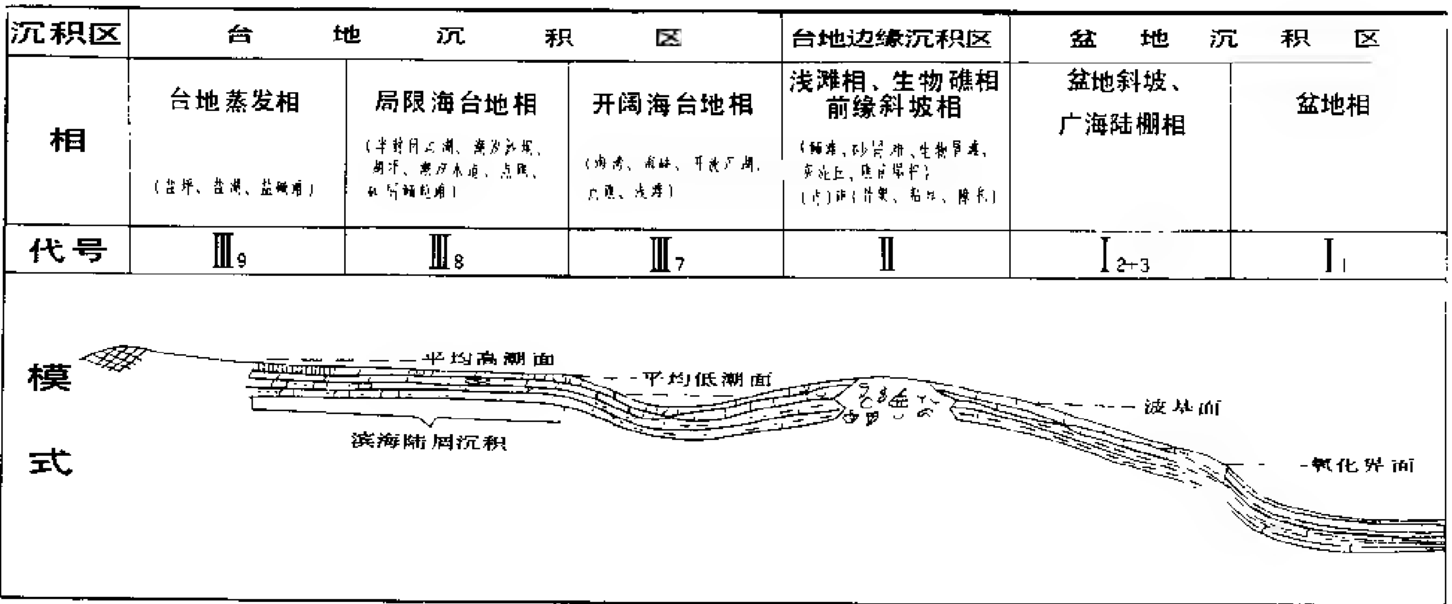


图 2-1-1　滇黔桂地区早古生代沉积相模式图

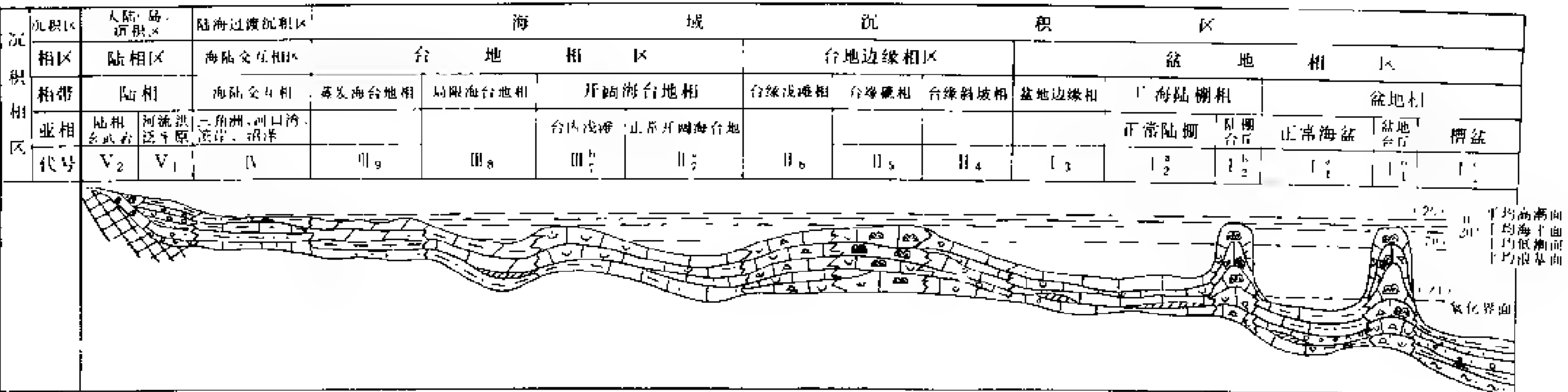


图 2-1-2　滇黔桂地区晚古生代至中三叠世沉积相模式图

表2-1-1(1) 滇黔桂地区早古生代沉积相模式表

沉积区	台地沉积区			台地边缘沉积区	盆地沉积区	
相	台地蒸发相	局限海台地相	开阔海台地相	浅滩相、生物礁相、前缘斜坡相	盆地斜坡广海陆棚相	盆地相
代号	Ⅲ₉	Ⅲ₈	Ⅲ₇	Ⅱ	Ⅰ₂₊₃	Ⅰ₁
颜色	浅灰、灰 紫红、灰绿	灰、深灰	灰、灰绿	灰、深灰、灰绿、紫红	深灰、黑、灰、灰绿、灰黄	黑、灰黑、灰绿
层状	中、厚层为主、局部夹块状或薄层		中—厚(薄)层	中、厚层	中、薄层	薄层、部分中层
构造	纹层、葡萄 斜层理、交错层理、透镜状蠕虫状构造	葡萄、条带、藻灰结核、鲕粒、藻层纹、波痕、斜层理、鸟眼、叠层石、透镜体、眼球状	瘤状、交错层、斜层理、对称波痕、条带、冲刷葡萄、水平层理、鲕粒、豆粒	生物骨架(点礁)、贝壳滩、瘤状、条带冲刷、鲕粒、假角砾、角砾	水平层理、交错层理、波痕、虫迹、微细层理、结核、条带	水平层理、纹层
岩石类型及结构 碳酸盐岩	白云岩、石膏层、膏质白云岩	亮晶颗粒白云岩、泥晶颗粒白云岩、泥晶白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩夹石膏及膏质白云岩	石灰岩、白云岩、含生物屑石灰岩、瘤状石灰岩、鲕状石灰岩	生物灰岩、亮晶生物屑灰岩、泥晶生物屑灰岩	泥、粉晶白云岩、泥质条带石灰岩、瘤状石灰岩及页岩	硅质岩及纹层状钙质页岩
岩石类型及结构 碎屑岩为主混合型	Z_2^1、石英砂岩、长石石英砂岩、含砾砂岩 ϵ_1O_1:石英砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩。石英砂岩:细-中粒、半圆-半棱角状、分选较好		粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质页岩、泥岩夹石灰岩、泥灰岩、白云岩、石灰岩中部分具鲕粒、豆粒及古杯点礁	泥灰岩、泥质灰岩、生物灰岩、钙质泥岩、亮晶颗粒石灰岩	粉砂质页岩、泥岩、泥质粉砂岩夹石灰岩透镜体及白云岩	碳质页岩、泥岩夹硅质条带白云岩、钙质砂岩、粉砂质泥岩
古生物组合	介形虫、软舌螺、蓝绿藻、瓣鳃、螺类、三叶石、红藻、偶见腕足、棘皮、角石		腕足、珊瑚、腹足、瓣鳃、三叶虫、笔石、古杯、蓝绿藻、海林檎、角石、苔藓、海百合	珊瑚、层孔虫、棘皮、苔藓、腕足、海绵、蓝绿藻、笔石、三叶虫、角石、海百合	三叶虫、腕足、笔石、珊瑚、头足、棘皮	三叶虫、笔石、角石、海绵、骨针

沉积相								
沉积区	大陆(岛)沉积区		陆海过渡沉积区	海域				
相区	陆相区		海陆交互相区	台地相区				
相带	陆相		海陆交互相	蒸发海台地相	局限海台地相	开阔海台地相		
亚相	陆相玄武岩 V_2	河流洪泛平原 V_1	三角洲、河口湾、滨岸沼泽Ⅳ	$Ⅲ_9$	$Ⅲ_8$	台内浅滩 $Ⅲ_7^a$	正常开阔海、台地 $Ⅲ_7^b$	
岩石类型	玄武岩	砂岩 砾岩 泥岩	石灰岩、白云岩夹生物灰岩、铝土岩、砂岩夹煤层或煤线	白云岩、石膏、岩盐、石灰岩、泥岩、砂岩	瘤状泥灰岩、泥灰岩、白云岩、夹少量硅质团块、泥岩、砾岩	生物屑石灰岩、鲕状石灰岩、白云岩、页岩、泥岩	藻屑石灰岩、生物碎屑石灰岩、泥晶灰岩、硅质团块	
颜色	灰绿—灰黄	灰黄—红黄	紫红、黄灰、灰白	灰白—灰	浅灰—灰—深灰	灰白—灰	灰—深灰	
结构		砾状结构	微—细晶、龟背石、网状结构	不规则纹理、结核、泥裂	微—细晶、一般结构较细	泥—细晶、生物屑结构	粒屑结构、泥—亮晶、生物碎屑结构	
构造		交错层理	斜层理、波状层理	薄—中层状	中—薄层状、具微细层理	薄—厚层状、具微细层理	中—厚层状、具缝合线	
生物组合		植物化石	含珊瑚、瓣鳃、介形虫、腕足及生物碎屑、植物化石等、分布杂乱	植物化石碎片	含珊瑚、腕足[illegible]、生物碎屑	腕足、[illegible]、苔藓虫、有孔虫及藻	[illegible]、珊瑚、有孔虫、藻、棘屑、瓣鳃、海百合、苔藓虫、介形虫	
海水深度			高潮面—平均海平面(潮上)	高潮面—低潮面(潮间)	低潮面—70m±(潮下)	20~70m±	>70m	
水介质能量			低	低	低—中等	较高	中等—低	

至中三叠世沉积相综合模式表

沉积区								
台地边缘相区			盆地相区					
台缘浅滩相	台缘礁相	台缘斜坡相	盆地边缘相	广海陆棚相		盆地相		
II_6	II_5	II_4	I_3	正常陆棚 I_2^a	陆棚台丘 I_2^b	正常海盆 I_1^a	盆地台丘 I_1^b	槽盆 I_1
颗粒石灰岩、生物碎屑石灰岩、鲕状石灰岩、生物滩石灰岩	生物礁灰岩、滩灰岩、石灰岩夹生物碎屑石灰岩	石灰岩、礁角砾灰岩	生物屑石灰岩、生物灰岩，夹硅质条带和微角砾岩	石灰岩、生物屑石灰岩、夹燧石团块、硅质条带灰岩	礁灰岩、藻粘结岩、生物屑石灰岩	含硅质石灰岩、硅质泥岩夹硅质岩和生物碎屑石灰岩、或浊积岩	礁灰岩、生物灰岩、藻灰结核灰岩	硅质岩，硅质页岩夹泥质岩、火山灰流浊积岩、凝灰岩或浊积岩
浅灰—灰	灰白—灰	浅灰—灰	灰—灰黑	灰—深灰	浅灰	灰黑—黑	浅灰	浅灰—深灰
亮晶、生物结构、生物碎屑结构、角砾状、鲕状结构等	生物格架结构、粒屑及鲕状结构、亮晶	亮晶、泥晶、角砾状结构、生物碎屑结构	亮晶—泥晶、生物结构、生物碎屑结构	泥—细晶、生物碎屑结构	亮晶、生物结构、假鲕状结构	泥晶、生物碎屑结构	亮晶、生物结构、生物碎屑结构、鲕状结构	泥晶、生物碎屑结构
中—厚层状	厚层块状	中—厚层状	厚层块状、具递变层理	中—厚层状	厚层状、块状	薄—中层状、具微细层理、水平层理	厚层状、具缝合线	薄层状、具水平层理
蜓、层孔虫、藻、珊瑚、腕足、海百合茎	蓝绿藻、三叶虫、海绵、珊瑚、腕足、头足	蜓、瓣鳃、菊石、腹足、腕足、有孔虫等	蜓、有孔虫、珊瑚、腕足	蜓、腕足、珊瑚、菊石、海百合、有孔虫、海绵	藻、海绵、海百合、腕足、腹足	硅质海绵骨针、放射虫、海百合茎、菊石、腕足、蜓、薄壳瓣鳃	蜓、珊瑚、腕足、苔藓虫、海百合茎、有孔虫	生物稀少，放射虫、海绵骨针等，或薄壳瓣鳃、菊石
0～70m	0～20m	20～70m	>70m	70～200m	0～70m	200m±	0～70m	>200m
高	高	高	中等	低—中等	高至中等	低、浊流中—高	高至中等	低、浊流中—高

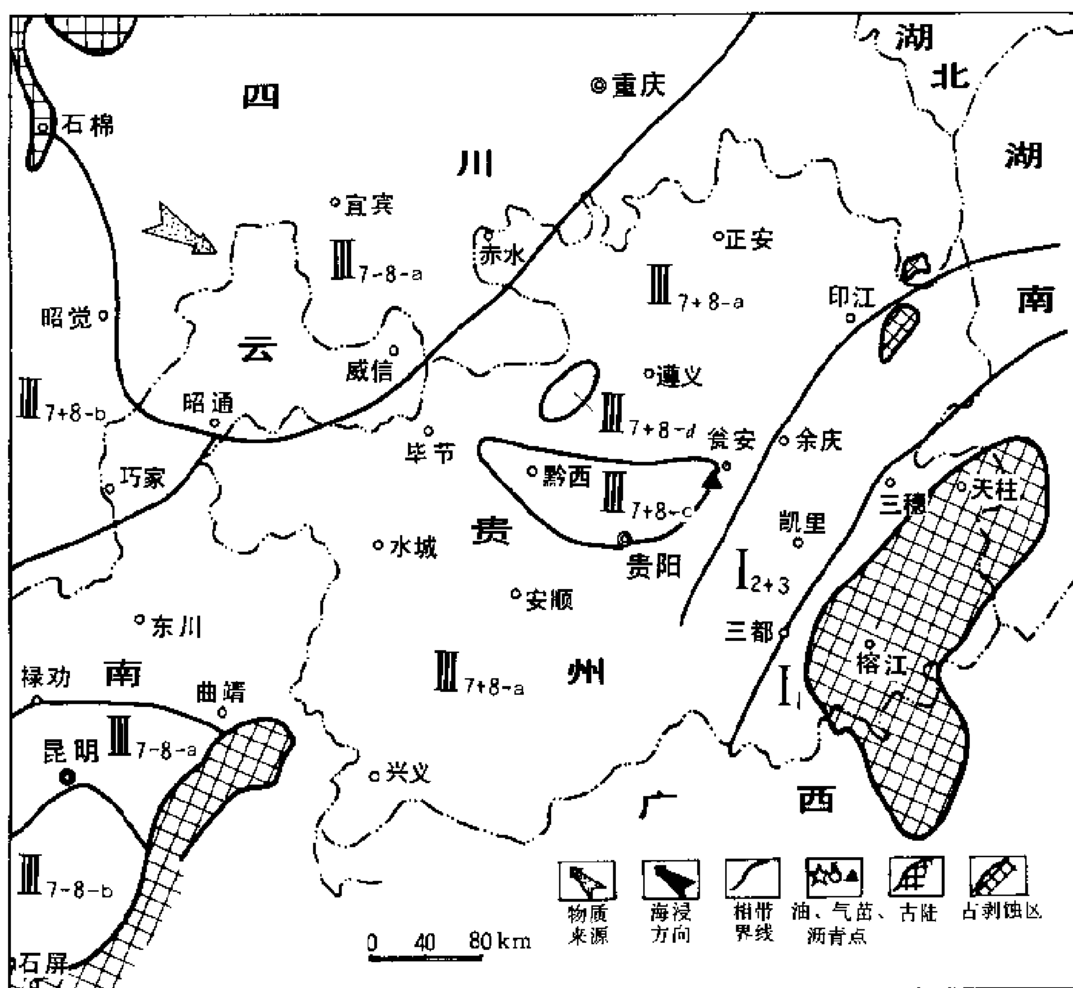


图 2-1-3 滇黔桂地区晚震旦世陡山沱期沉积相图

分为以下四个亚相:

A 亚相（$Ⅲ_{7+8-a}$） 位于威信、巧家一线东南，禄劝、曲靖一线以北的广大地区，为浅灰、灰及深灰色微晶、细粉晶白云岩及页岩、粉砂岩互层。中、薄层状，具水平层理，对称波痕及冲刷痕，有条带状构造及叠层构造。见蓝绿藻及微古植物。

B 亚相（$Ⅲ_{7+8-b}$） 位于石棉、昭觉、昭通一线以西，为浅灰、灰白色白云岩，泥灰岩及石灰岩。

C 亚相（$Ⅲ_{7+8-c}$） 位于黔西、瓮安一带，灰、深灰色、局部为紫红色白云岩、磷块岩夹硅质岩、泥质白云岩及长石石英砂岩。中薄层状，具微细层理、交错层理、条带状、结核状、葡萄状、叠层状及波痕等构造，具藻屑及砂砾屑结构。为主要磷块岩产区。

D 亚相（$Ⅲ_{7+8-d}$） 位于金沙岩孔，为紫红色粉砂质泥岩、泥岩。具水平层理、凸镜状层理、斜层理、波痕等。

4.滨海陆源碎屑岩相（$Ⅲ_{7-8}$）

分为以下两个亚相:

A 亚相（$Ⅲ_{7-8-a}$） 位于威信、昭通一线以北，及禄劝、曲靖一带。为灰色、灰白色石

英砂岩及含砾砂岩，砂岩为中至细粒，局部为粉砂粒或粗粒，半圆至半棱角状，泥质较少，以纯石英砂岩为主，仅邻近的四川长宁地区见有长石石英砂岩。厚层至块状，具斜层理、交错层理及透镜状层理。属滨海海滩沉积。

B 亚相（$Ⅲ_{7-8-b}$） 位于昆明之南，为灰、深灰色及紫红色石英砂岩、白云岩及石灰岩夹少量粉砂质页岩、钙质泥岩。中薄层状及厚层状。砂岩以中—细粒为主，具斜层理及透镜状层理。碳酸盐岩以泥晶—粉晶为主，局部具角砾状、鲕状及竹叶状构造。

二、灯影期沉积相（图 2-1-4）

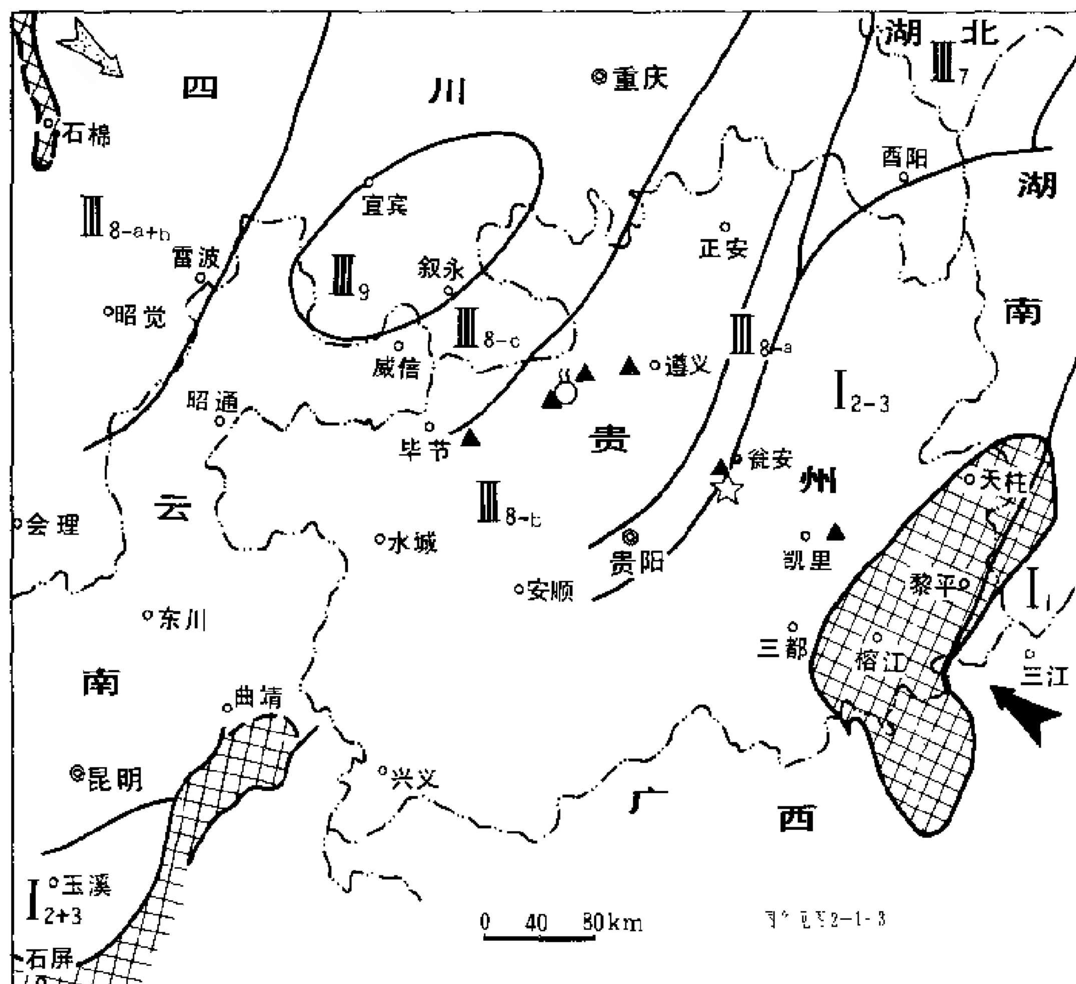


图 2-1-4 滇黔桂地区晚震旦世灯影期沉积相图

灯影期的沉积相亦缺失台地边缘相区。分为六个相带。

盆地相（$Ⅰ_1$）：位于三江一带，即老堡组分布区。为一套硅质岩。

广海陆棚、斜坡相（$Ⅰ_{2-3}$）：位于瓮安、酉阳一线以东，盆地相以西。主要特征是：以白云岩为主，夹碳质页岩及硅质岩薄层，地层厚度小，以泥晶白云岩及隐、微晶白云岩为主，偶见团粒、米粒及少量砂屑、砾屑。瓮安朵丁剖面泥粉晶颗粒白云岩仅占该剖面厚度的14.3%，未见亮晶胶结物；水平微细层理发育，偶见波痕、条带及结核构造；白云岩中酸性不溶物含量高达 5.7%～12.2%，说明冲洗作用不充分，能量低；藻类不发育，未发现红

藻，仅见藻屑及藻迹。

开阔海台地相（$Ⅲ_7$）：主体位于四川黔江、酉阳一带，伸入贵州东北一角。为浅灰、灰黑色白云岩、石灰岩夹页岩，中薄层状，具葡萄状结构。

潮间浅滩亚相（$Ⅲ_{8-a}$）：位于贵阳北东一线。岩性单一，为泥晶白云岩、颗粒白云岩。颗粒白云岩厚度占地层厚度的20%～30%，酸性不溶物的含量平均为3.5%，具纹层、藻叠层、葡萄状、条带状、结核状构造，斜层理、交错层理也比较发育。

潮间点礁、浅滩亚相（$Ⅲ_{8-b}$）：位于正安、遵义一线，与潮间浅滩亚相的基本特征类似，不同之处在于颗粒白云岩含量高，占地层厚度的30%～70%；酸性不溶物含量低，一般为0.4%，平均为1.6%，说明水体能量稍高。部分地区如遵义松林及金沙岩孔有叠层石点礁存在，局部层段发育红藻。

潮坪亚相（$Ⅲ_{8-c}$）：主要为泥粉晶白云岩，颗粒白云岩。颗粒白云岩占地层厚度的20%左右，颗粒类型相对减少。具鸟眼、条纹、条带、眼球等构造。

泻湖相（$Ⅲ_9$）：位于川南、宜宾、叙永一带，长宁背斜宁1、2井，灯影组下贫藻段盐岩占53%，钙芒硝占11.5%，其余为膏质白云岩、微晶白云岩及少量藻屑白云岩。

第二节　寒武纪沉积相

寒武纪沉积相带呈北北东向展布，继承了晚震旦世沉积相的特点。以明心寺—金顶山期及清虚洞—娄山关期沉积相为代表叙述如后：

一、明心寺—金顶山期沉积相

本期的沉积相分属盆地及台地两沉积区，台地区分布范围广阔，缺乏明显的台地边缘相沉积。进一步划分见图2-1-5，表2-1-2。

图2-1-5中相区（带）沉积特征及编号见表2-1-2

表2-1-2　滇黔桂地区早寒武世明心寺—金顶山期沉积相特征表

沉积区	昆明—贵阳台地沉积区		凯里—铜仁盆地沉积区	
沉积相	马龙"浅凹"碎屑岩相（$Ⅲ_{7-b}$）	金沙"平台"碎屑岩、碳酸盐岩相（$Ⅲ_{7-a}$）	凯里陆棚相（$Ⅰ_2$）	三都盆地相（$Ⅰ_1$）
岩性特征	石英砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质页岩、泥岩（西部粗，东部细）	粉砂质页岩、泥岩、粉砂岩与石灰岩、生物灰岩。见古杯灰岩成"点礁"	粉砂质页岩、泥岩、泥质粉砂岩夹少量石灰岩透镜体，底部为石灰岩	碳质页岩、泥岩含分散黄铁矿粒
颜色	灰绿、局部为紫红色	灰绿色	灰、灰绿、深灰及黑色	黑色
结构构造	中厚层状，具微细层理、波状及交错层理、斜层理。砂岩细粒，局部中—粗粒，含砾石	中厚层状，具水平微层理及波痕、虫迹。石灰岩具鲕状、假鲕状、豆状及生物屑结构，泥晶为主	薄—中层状，具微细层纹，石灰岩见鲕状，生物碎屑结构，泥晶为主	水平层理发育

续表

沉积区	昆明—贵阳台地沉积区		凯里—铜仁盆地沉积区	
古生物	底栖三叶虫、软舌螺（向西及下段化石稀少）	底栖三叶虫、古杯、腕足、藻类等	浮游及底栖三叶虫、腕足类	生物贫乏见海绵骨针
油气		气苗、沥青	油苗、气苗、沥青	

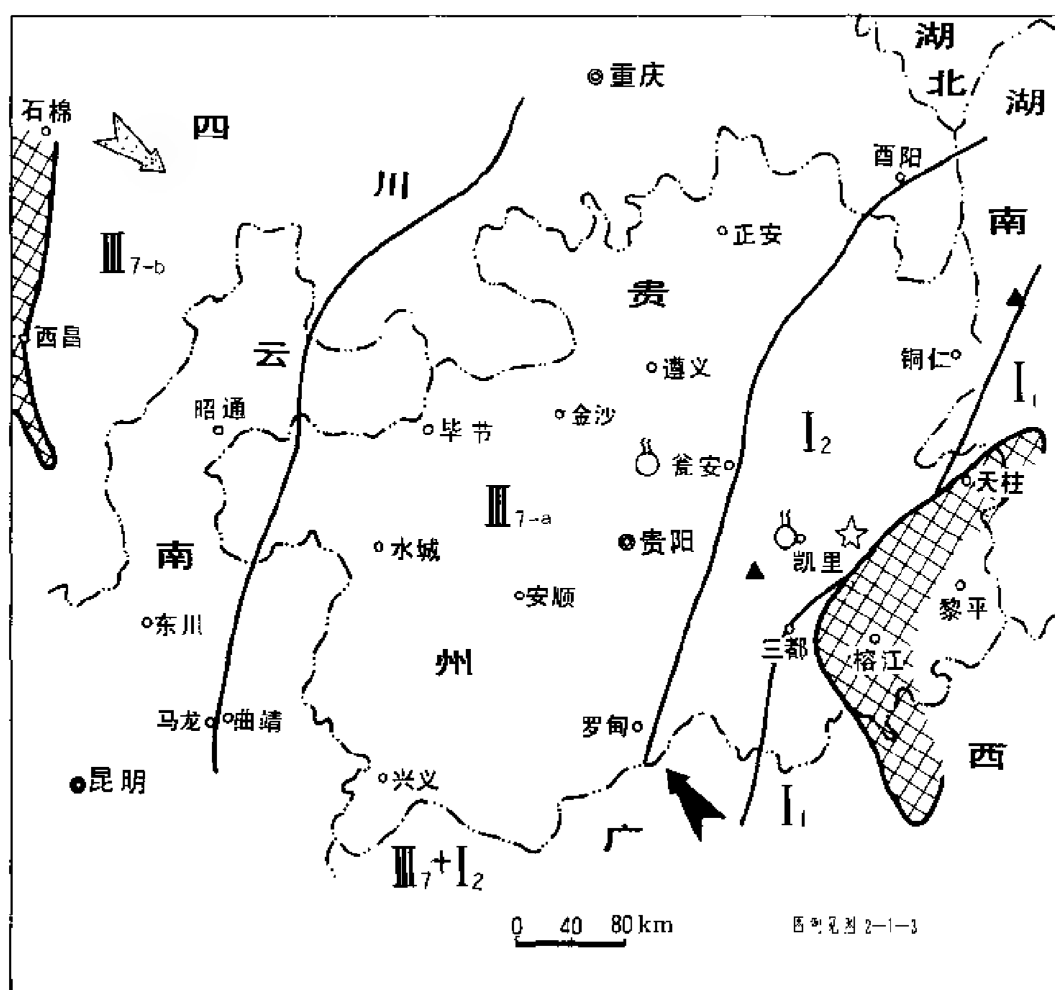


图 2-1-5　滇黔桂地区早寒武世明心寺期—金顶山期沉积相图

二、清虚洞期—娄山关期沉积相

清虚洞—娄山关期的沉积物，以碳酸盐岩为主，沉积区范围与明心寺—金顶山期相似，但台地范围扩大，台地上水体也明显变浅，且出现了台地边缘砂堤（滩）相。由于台缘砂堤（滩）相的存在，使台地上出现开阔海、局限海及泻湖相沉积（见图 2-1-6、表 2-1-3）。

表 2-1-3　早寒武世清虚洞期—娄山关期沉积相主要特征表

沉积区	台地沉积区（Ⅲ）				台地边缘沉积区（Ⅱ）	盆地沉积区（Ⅰ）	
相	乃家—绿劝滨海相	昆明—贵阳局限开阔海台地相（$Ⅲ_{7+8-b}$）	潮坪泻湖相	昆明—贵阳局限—开阔海台地相（$Ⅲ_{7+8-b}$）	铜仁—凯里台缘砂堤（滩）相（Ⅱ）	三都陆棚相（$Ⅰ_2$）	
亚相	（$Ⅲ_{7+8-a}$）	昭通白云岩夹砂泥岩亚相（$Ⅲ_{7+8-b}$）	（$Ⅲ_{7+8-c}$）	遵义白云岩亚相（$Ⅲ_{7+8-b}$）		（台缘—盆地斜坡）$Ⅰ_{2-a}$亚相	（陆棚亚相）$Ⅰ_{2-b}$
岩性特征	粉砂岩、砂质白云岩、泥质白云岩夹页岩，西部砂岩含长石	含碎质泥质白云岩、泥质条带白云岩与页岩、钙质泥岩夹砂岩、粉砂岩	白云岩夹石膏层及膏质白云岩、粉砂质页岩及石英砂岩	白云岩、泥质白云岩夹云质泥岩及膏溶白云岩	亮晶粒屑石灰岩、石灰岩、白云岩	石灰岩、泥质条带石灰岩、瘤状石灰岩夹页岩，白云岩。向东页岩多	页岩、钙质页岩及泥质条带石灰岩，瘤状石灰岩互层，局部夹白云岩
颜色	浅灰、灰、土红，紫	暗灰、灰夹紫灰	灰、灰白、深灰	灰—深灰	灰—深灰	深灰、灰绿	深灰、灰绿
结构构造	薄层、板状，页状层理	中—薄层状、页状、云岩以泥晶为主，具角砾假碎屑，鲕、变鲕、粒屑结构。部分亮晶胶结	薄—中层夹厚层、页状白云岩见角砾、碎屑、鲕状结构及藻纹层、泥裂盐假晶，窗孔，鸟眼构造	薄—中层夹厚层状，具波状层、纹层、斜层理，见鲕，粒屑，角砾结构，白云岩泥晶为主。见粒序层、波痕、底面冲刷、藻迭层。见盐假晶	薄—中厚层状，见交错层，纹层构造，灌木藻礁，具砂、砾屑、鲕状结构、颗粒筛选好。见波痕、砂纹层、底面冲刷痕	中厚层夹页状、见透镜状、层纹状，见粒序层、布马层中小型斜层理，滑塌构造、角砾构造及砂纹层	页状、夹中厚层状，见竹叶状、透镜状、纹层状构造
古生物特征	底栖三叶虫	原地保存的三叶虫、见腕足类	有少量特化底栖型三叶虫	底栖三叶虫、少量腕足、棘皮类及藻	底栖三叶虫为主，灌木藻局部富集，见腕足类	漂浮及底栖三叶虫、见腕足类及海绵骨针	漂浮三叶虫及海绵骨针为主。见底栖三叶虫、无铰腕足类
沉积矿产		见黄铁矿	石膏	汞、铅及炭质沥青	碳质沥青	碳质沥青、汞、铀	碳质沥青、分散黄铁矿粒

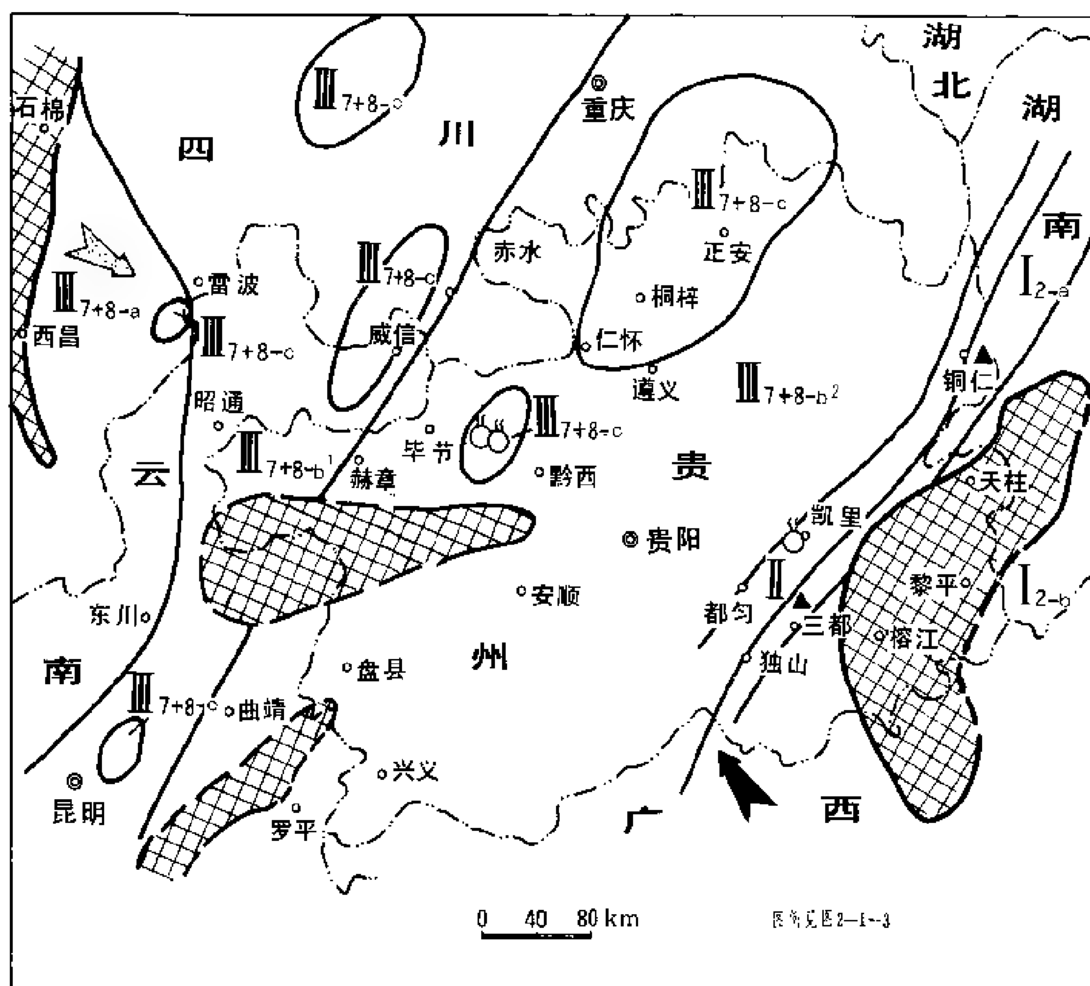


图 2-1-6 滇黔桂地区早寒武世清虚洞期—娄山关期沉积相图

(图中相带编号见表 2 1 3)

第四节 奥陶纪沉积相

一、早奥陶世沉积相

早奥陶世，西部康滇古陆边缘沉积了一套海相碎屑岩。中部威信、遵义、贵阳等地为碳酸盐岩台地，东部江口、都匀一带为台地边缘沉积区，在铜仁、三都一线之东为广海陆棚相—盆地相。参见图 2-1-7、表 2-1-4。

二、中奥陶世沉积相

早奥陶世晚期，黔中水下隆起出现，使该时期沉积相带的展布，在继承早奥陶世沉积相带北东向展布的背景下，出现了南北向的相分异。图 2-1-8 仅表现出黔中隆起之北中奥陶世宝塔期的沉积相展布情况。

表 2-1-4 滇黔桂地区早奥陶世沉积相带特征表

沉积相带名称及代号	晋坡-昆明滨岸碎屑岩相 $Ⅲ_{8-7}$	威信-遵义局限开阔海台地相 $Ⅲ_{6-7}$		凯里台地边缘生物浅滩相Ⅱ	三都广南陆棚—盆地相 Ⅰ
		桐梓期局限台地相 $Ⅲ_8$	湄潭期开阔海台地相 $Ⅲ_{7-a,b,c}$		
岩性特征	石英砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及页岩，局部夹泥灰岩，白云岩	白云岩，含燧石泥条、团块及花朵状石英团块	含粉砂质泥页岩、粉砂岩、生物灰岩、生物屑石灰岩、泥灰岩，$Ⅲ_{7-a}$泥页岩，$Ⅲ_{7-b}$石灰岩，$Ⅲ_{7-c}$石英粉砂岩增多，桐梓期东部为石灰岩	生物碎屑石灰岩、泥灰岩，钙质泥岩，含粉砂泥灰岩，向北泥质增加，O_1^{h-t}生物屑石灰岩，局部成点礁鲕粒石灰岩，颗粒石灰岩等	粉砂质石灰岩，钙质砂岩、粉砂质泥岩，页岩。O_1^{h}页岩，O_1^{t}泥质条带，豹皮状，角砾状石灰岩夹页岩
颜色	紫红、黄绿、黄灰、浅灰、灰色	浅灰—灰色	灰绿至灰，东西夹紫红、褐灰色	紫红、灰绿，O_1^{h-t}浅灰至灰色	黄绿、灰绿、灰至深灰色
结构构造	薄至厚层，各种层理明显，蠕虫状构造发育、砂粒西粗东细，局部含砾、分选中等	中至厚层，微细层理发育，局部显竹叶状构造，微晶	粉砂岩薄至中层微波状层理发育，西粗东细，西部生物钻孔多，灰岩中至厚层，微至粗结晶，部分显瘤状或含鲕粒内碎屑等，页岩页理发育	厚层，各种层理构造发育，显瘤状、扁豆链条状砂屑，砾屑较多，分选差，磨圆好，层面见冲刷，滑塌状、鲕粒、假角砾等	中至厚层，微细层理发育石灰岩显瘤状，眼球状或透镜体，豹皮状等构造，部分重结晶
古生物组合	三叶石、腕足、苔藓、海鳃、棘皮、三叶虫、腹足、角石、笔石等	蓝绿藻屑较多，偶见腕足棘皮、介形虫等碎屑	笔石、三叶虫为主，次为腕足、棘皮、苔藓等，西部尚见三叶石，东部偶见角石海林檎等	盛产头足、棘屑、腕足、海绵、苔藓，蓝绿藻屑及三叶虫、笔石等	生物少，见腕足、角石，三叶虫等，O_1^{h-t}生物丰富三叶虫，笔石，腕足等
沉积矿产	胶岭矿褐铁矿		黄铁矿、西部见胶岭矿	油苗、沥青、石墨、黄铁矿	黄铁矿

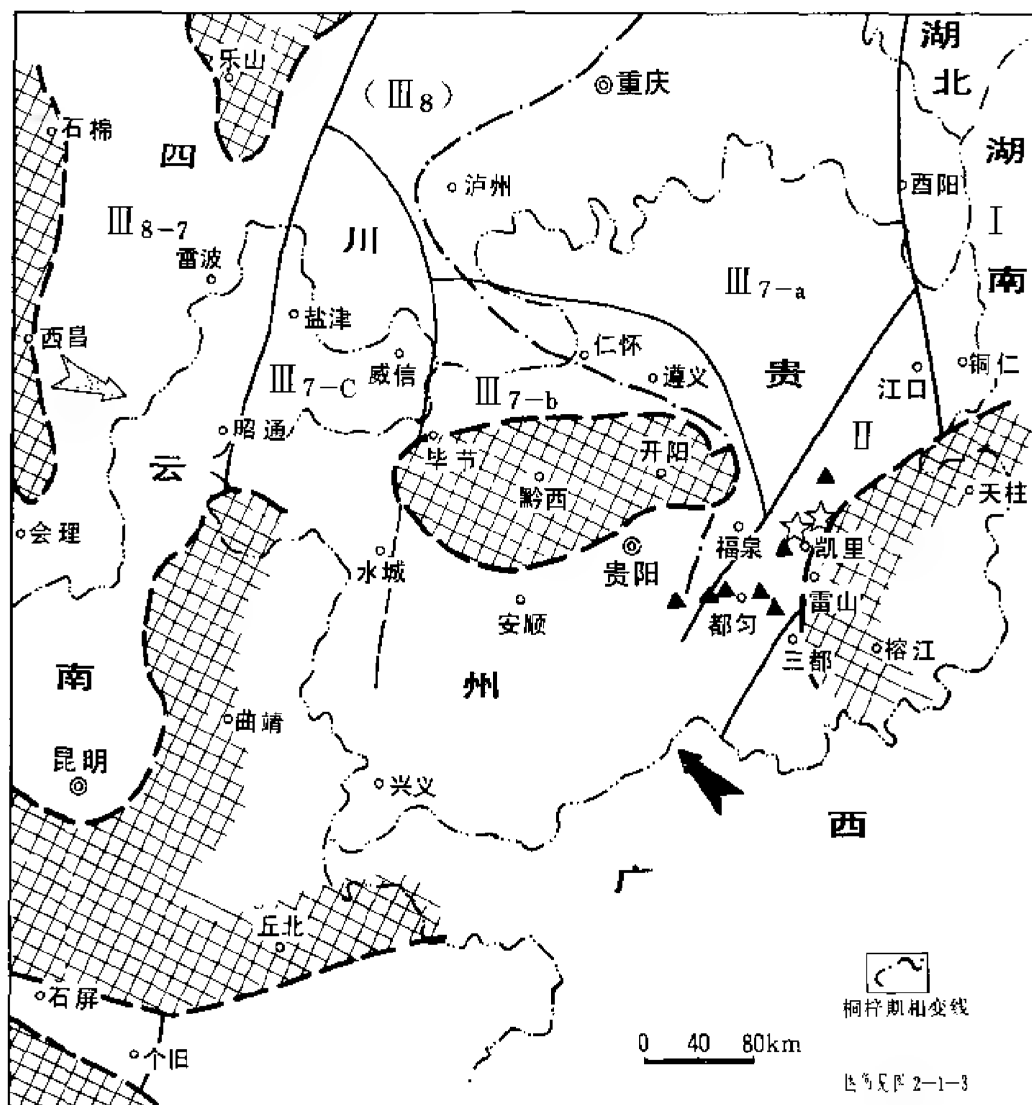


图 2-1-7 滇黔桂地区奥陶世沉积相图

(图中相带编号见表 2 1 4)

表 2-1-5 黔北、滇东地区中奥陶世宝塔期沉积相带特征表

沉积相带名称及代号	昭觉—巧家局限海台地相 $Ⅲ_8$	威信—南川开阔海台地相 $Ⅲ_7$	吉首—印江台地边缘相 Ⅱ	湘中—邵阳广海陆棚—盆地相 Ⅰ
岩性特征	白云岩，灰质白云岩夹白云质石灰岩，顶底夹泥质石灰岩。局部含燧石	含生物碎屑、介屑石灰岩，顶底含泥质较多，成瘤状。贵阳乌当石灰岩为主	生物屑石灰岩，泥晶介形虫屑石灰岩，介屑泥晶灰岩	邵阳一带为硅质岩（或石灰岩）及纹层状砂质页岩。三都已被剥蚀

续表

沉积相带名称及代号	昭觉—巧家局限海台地相 $Ⅲ_8$	威信—南川开阔海台地相 $Ⅲ_7$	吉首—印江台地边缘相 Ⅱ	湘中—邵阳广海陆棚-盆地相 Ⅰ
颜色	浅灰—深灰色	浅灰—灰色，局部达深灰色	灰绿和紫红色间互	黑色
结构构造	厚—块状顶底夹薄层，略显马蹄纹	中层为主，泥—微晶，局部云化达细—中晶，马蹄纹及缝合线发育，泥纹局部密集	中层、泥—微晶，马蹄纹，缝合线发育，局部泥纹富集，见砾屑，示底小溶孔，氧化圈	石灰岩薄层，页岩页理良好
古生物组合	偶见角石，中上部产腕足	角石、碎屑中介形虫（屑）极丰，次为棘皮瓣鳃，三叶虫、腕足等	角石、介形虫、海百合、三叶虫、瓣鳃、腕足、海绵等，杂乱堆积	笔石丰富
沉积矿产	含铁			

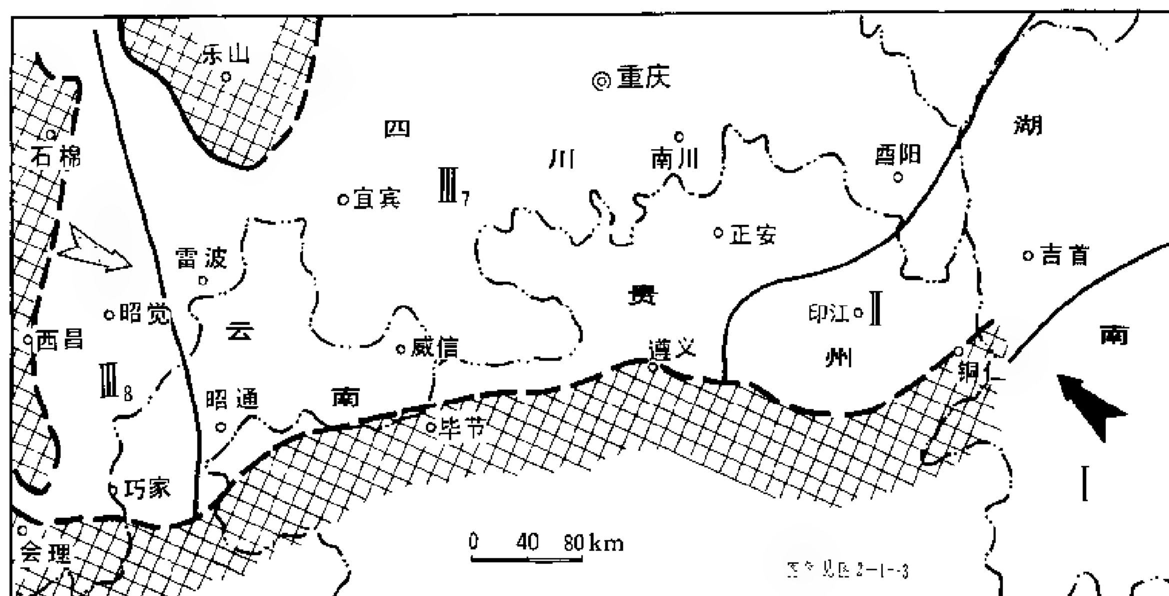


图 2-1-8 黔北、滇东北中奥陶世宝塔期沉积相图

（图中相带编号见表 2-1-5）

三、晚奥陶世沉积相

晚奥陶世涧草沟期沉积相与中奥陶世晚期相似，在贵阳东西一线沉积的珊瑚石灰岩，有可能是台地浅滩相中出现的生物礁体。

晚奥陶世五峰期，黔中、黔南及滇东大部地区，已隆升成陆。该时期，在黔北及滇东北

沉积了一套黑色笔石页岩，具有盆地相特征，属台盆相（台内盆地相）。

第五节　志留纪沉积相

一、早志留世沉积相

1.早志留世龙马溪期

龙马溪期，在黔北及滇东北，继晚奥陶世五峰期之后，连续沉积了一套黑色笔石页岩，属盆地相。向黔中隆起逐渐过渡为浅海碎屑岩台地。相带展布见图 2-1-9，表 2-1-6。

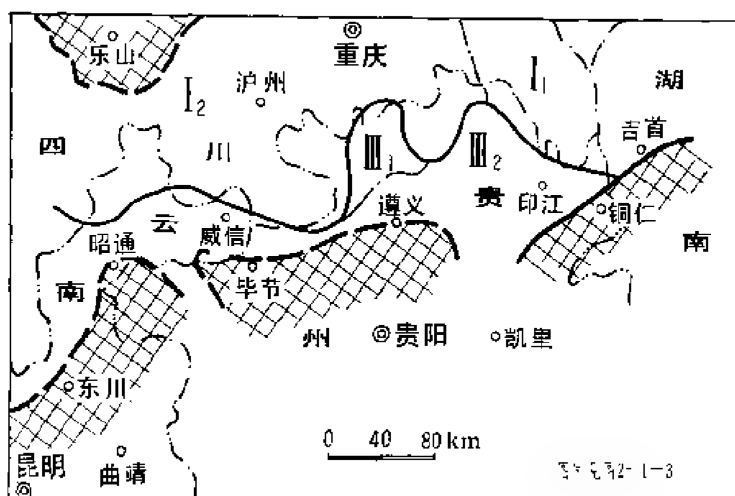


图 2-1-9　滇东北、黔北早志留世龙马溪期沉积相图

（图中相带编号见表 2-1-6）

表 2-1-6　滇黔桂地区早志留世龙马溪早期沉积特征表

相	盆地相Ⅰ		台地相Ⅲ	
亚相	$Ⅰ_1$	$Ⅰ_2$	$Ⅲ_1$	$Ⅲ_2$
颜色	黄绿、灰绿、灰色	灰、深灰、黑灰色	灰绿、黄绿、灰、深灰	黄绿、灰绿、灰、深灰色
岩性结构特征	泥页岩为主夹粉砂质页岩或石英粉砂岩，具微细层理	泥页岩或钙质泥页岩	泥页岩 泥灰岩	泥质、钙质粉砂岩为主，上部时夹少量泥页岩及石灰岩薄层或结核，具虫迹、波痕，斜层理
古生物	笔石	笔石为主，偶见腕足、三叶虫	笔石、腕足等	笔石、腕足、三叶虫

2.早志留世石牛栏期

龙马溪晚期至石牛栏期，海侵扩大，海水开始南侵，黔中和黔东可能只有少部分地区继续保持为陆地，海水由黔北经黄平、凯里一带的所谓"黔东海峡"到达黔南贵阳、都匀、三都一带，形成黔北开阔黔南局限的两种不同沉积环境，石牛栏期沉积相特征及相带展布见图2–1–10，表2–1–7。

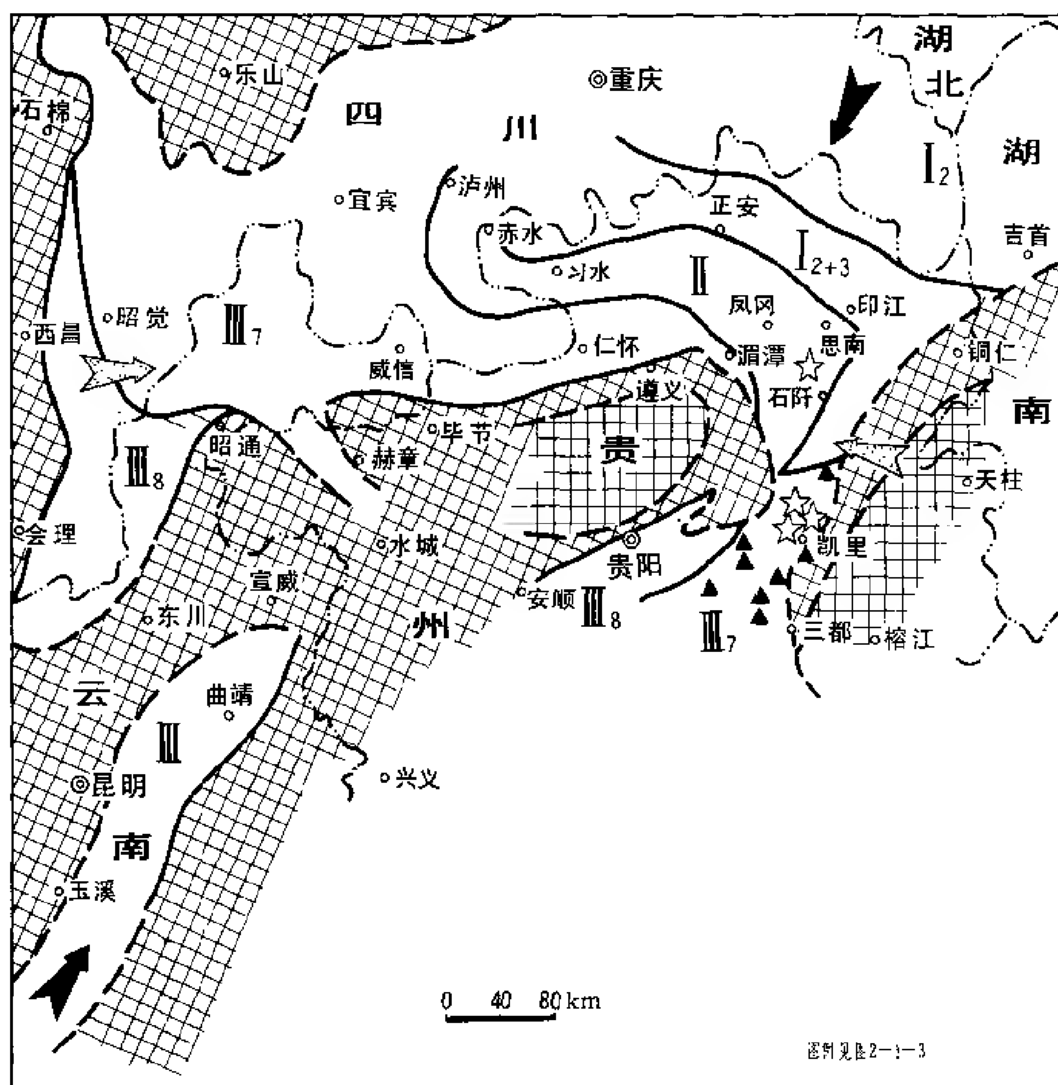


图 2–1–10 滇黔桂地区早志留世石牛栏期沉积相图

（图中相带编号见表 2–1–7，昆明、曲靖一带的Ⅲ$_9$，表示晚志留世海侵地区）

二、中晚志留世沉积相

中志留世，海侵范围逐步扩大，总体上属碎屑岩台地相性质，相分异不明显；晚期沉积了一套紫红、灰绿色碎屑岩，但多已被剥蚀，仅滇东北及黔北有零星残存。

晚志留世沉积仅见于滇东，且地层的归属尚有争议，就其岩性、结构构造及古生物等特征看，似属局限的浅海台地相沉积。

表 2-1-7　滇黔桂地区石牛栏期沉积相带主要特征表

相带名称及代号	布拖—康定局限海台地相($Ⅲ_8$)	贵定局限海台地相($Ⅲ_8$)	凯里开阔海台地相($Ⅲ_7$)	仁怀—威信开阔海台地相($Ⅲ_7$)	凤岗—习水生物点礁滩相(Ⅱ)	印江—务川广海陆棚及盆地边缘相($Ⅰ_{2-3}$)	武隆—秀山广海陆棚相($Ⅰ_1$)
地理位置	昭通—东川以西西昌—会理以东	贵阳乌当、贵定一带	凯里、都匀一带	仁怀—威信—四川昭觉	石阡、思南凤岗，湄潭及习水	印江、务川、赤水一线之东北	松桃—沿河—道真一线之北
岩性特征	白云岩、白云质石灰岩、泥灰岩、泥质条带石灰岩、石灰岩、泥页岩、粉砂岩，砂岩局部具石膏条带	石灰岩及泥灰岩、局部含白云质，夹少量生物灰岩及生物碎屑石灰岩	泥岩，页岩，泥质钙质粉砂岩，钙质泥岩夹少量泥质条带石灰岩、普遍具底砾岩	粉砂质泥灰岩夹含泥质石灰岩及砂质石灰岩	泥质石灰岩，生物石灰岩、生物碎屑石灰岩、瘤状石灰岩夹少许页岩	钙质、粉砂质页岩夹生物碎屑石灰岩及泥岩	泥质粉砂岩，粉砂岩夹页岩
颜色	灰、绿灰、深灰	灰—深灰色	灰绿色	灰黄、灰、黑色	灰—深灰色	杂色、灰—灰褐色	灰、灰黄、深灰、黑色
结构构造	微细层理、泥质条带、灰质结核	微晶，薄—厚层	粉砂岩具斜层理	部分石灰岩呈瘤状，局部地区有点礁滩	珊瑚礁、介壳滩	水平层纹、小波痕，泥灰岩时具瘤状	砂岩具由粗—细韵律层、水平微细层纹、水平虫迹
古生物特征	腕足、腹足、头足、三叶虫、海百合腮鳃等	以瓣鳃、螺类为主伴有少许腕足类	化石稀少，仅见少量瓣鳃、介形虫、腕足等	笔石、腕足、三叶虫	大量复体珊瑚、层孔虫、腕足等	笔石、腕足、三叶虫、珊瑚、头足、棘皮等	化石稀少，仅有少量腕足，笔石、三叶虫
沉积矿产			油苗、沥青		油苗、沥青		

第六节　泥盆纪沉积相

一、早泥盆世沉积相

早泥盆世沉积相带在柳州之西，沿上扬子古陆呈北西向展布；沿康滇古陆呈北北东向展布；柳州之东及桂南呈北东向展布。在该时期，海盆中出现了牛首山孤岛。沿上述古陆边缘，有海陆过渡沉积相区。该世沉积相展布及特点详见图 2–1–11、表 2–1–8。

图 2–1–11　滇黔桂地区早泥盆世沉积相图

（图中相带编号见表 2–1–8）

二、中泥盆世沉积相

中泥盆世继承了早泥盆世沉积相带展布的特点，参见图 2–1–12，表 2–1–9。在盆地相中出现了台丘，如广西南丹大厂的台丘及云南富宁革当的台丘等，在台地边缘沉积区和盆地内的台丘相中，生物礁滩发育；近古陆边缘有海陆过渡相。

三、晚泥盆世沉积相

晚泥盆世沉积相带展布及其特征参见图 2–1–13，表 2–1–10。该时期盆地相和广海陆棚相中，台丘发育，且有孤岛分布。

表 2-1-8　滇黔桂地区早泥盆世沉积相主要特征表

沉积区	海陆过渡区 (Ⅳ)	台地边缘及台地沉积区 (Ⅲ+Ⅱ)	盆地沉积区 (Ⅰ)	
相带名称			盆地边缘相 (Ⅰ$_2$)	盆地相 (Ⅰ$_1$)
岩性特征	砂岩、石英砂岩、粉砂岩、泥岩、页岩夹白云岩和少量砾岩、含砾石砂岩、长石石英砂岩；部分地区粉砂岩、泥岩、页岩夹石灰岩、白云岩、砂岩、石英砂岩或石英砂岩夹粉砂岩、泥岩、砾岩、含砾砂岩和少量长石石英砂岩	石灰岩、泥岩、页岩夹白云岩、白云质石灰岩和砂岩；或泥岩、页岩、白云岩夹石灰岩、白云质石灰岩和砂岩；部分地区泥岩、页岩、砂岩夹石灰岩、白云岩、生物碎屑石灰岩	石灰岩、泥岩、页岩、硅质岩、粉砂岩夹砂岩；部分地区以石灰岩为主，夹硅质岩、泥岩、页岩和少量生物碎屑石灰岩、白云岩	泥岩、砂质泥岩、含炭质泥岩夹硅质岩、粉砂岩、局部地区见少量生物碎屑石灰岩和石灰岩
颜色	紫红、灰绿、灰、浅灰色	浅灰—深灰色	灰黑、深灰色	灰黑、深灰色
结构构造	中至厚层状，交错层理、斜层理发育，部分地区见波痕、水平层理，砂岩细至中粒	厚层、薄层状，局部碳酸盐岩见少量砾状，假鲕状、亮晶结构和叠层石构造；石灰岩泥晶为主，白云岩粉至中晶，砂岩粉至细粒	中至薄层状，部分地区呈中厚至薄层状；石灰岩泥晶	中至薄层状
古生物组合	植物、鱼、腕足、瓣鳃、介形虫，少量轮藻及海百合茎	腕足、珊瑚、层孔虫为主，少量瓣鳃、介形虫、苔藓虫、海百合茎、竹节石等	竹节石、菊石、三叶虫、腕足、珊瑚；部分地区还有层孔虫、瓣鳃	笔石、竹节石、菊石、三叶虫及少量个体小的腕足、瓣鳃
沉积矿产	部分地区含鲕状赤铁矿、局部地区尚含菱铁矿	局部地区含磷、赤铁矿和菱铁矿	部分地区含磷及黄铁矿	局部地区含锰

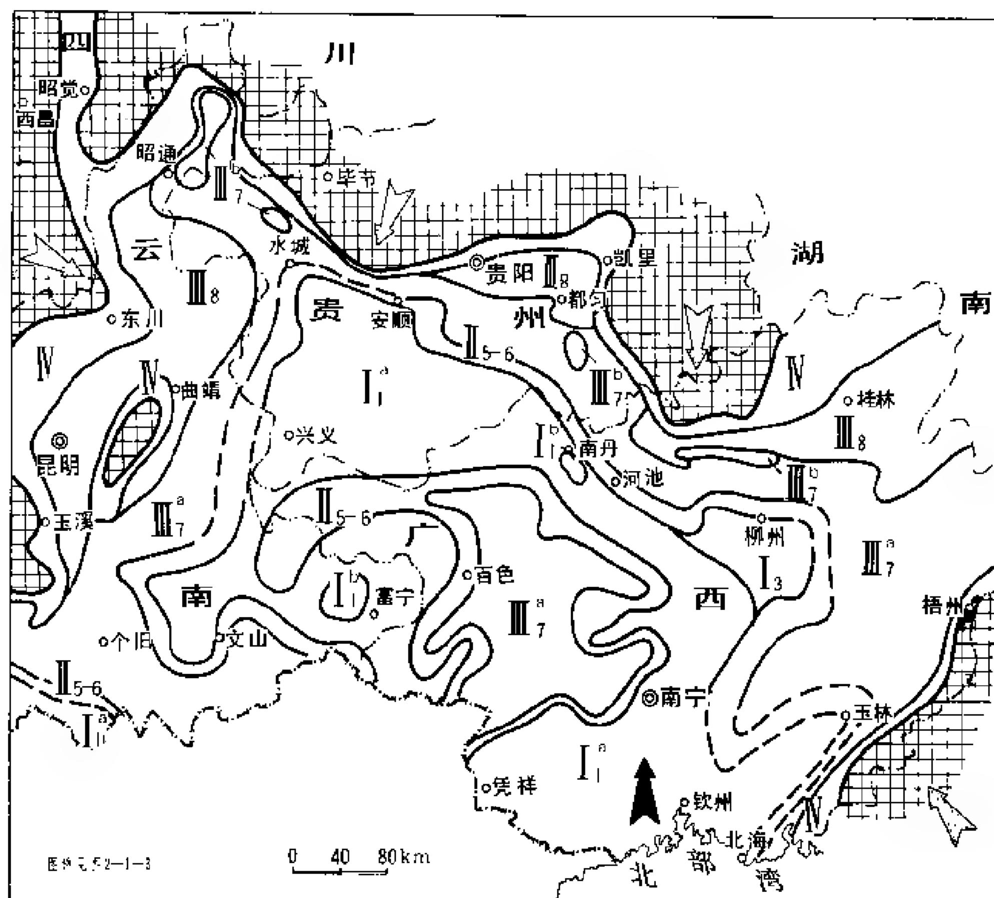


图 2-1-12 滇黔桂地区中泥盆世沉积相图

（图中相带编号参见表 2-1-9）

表 2-1-9 滇黔桂地区中泥盆世沉积相主要特征表

沉积区	海陆过渡区（Ⅳ）	台地沉积区（Ⅲ）			台地边缘沉积区（Ⅱ）	盆地沉积区（Ⅰ）		
相及亚相带名称		局限海台地相（$Ⅲ_8$）	开阔海台地相（$Ⅲ_7$）		台地边缘生物礁、滩相（$Ⅱ_{5-6}$）	盆地边缘相（$Ⅰ_3$）	盆地相（$Ⅰ_1$）	
			开阔海台内点滩亚相（$Ⅲ_7^b$）	正常开阔海台地亚相（$Ⅲ_7^a$）			台丘亚相（$Ⅰ_1^b$）	正常浅海盆地亚相（$Ⅰ_1^a$）

续表

沉积区	海陆过渡区(Ⅳ)	台地沉积区（Ⅲ）			台地边缘沉积区（Ⅱ）	盆地沉积区（Ⅰ）		
岩性特征	石英砂岩、粉砂岩、泥岩夹页岩，少量砾岩、含砾砂岩、岩屑砂岩、泥质石灰岩和白云质石灰岩	白云岩、石灰岩、含泥质砂质白云岩、灰质白云岩、石英砂岩、粉砂岩夹少量页岩	生物凝块状石灰岩、含团粒层孔虫石灰岩、层孔虫云质灰岩、生物屑石灰岩、粒屑白云岩、粒屑云质石灰岩，局部地区见少量礁灰岩及石英砂岩	石灰岩、白云岩、白云质灰岩、泥灰岩、石英砂岩、粉砂岩、钙质泥岩；或石灰岩，局部夹少量生物碎屑石灰岩	亮晶层孔虫藻屑含云质石灰岩、亮晶礁云岩、亮晶生物礁灰岩、珊瑚格架礁灰岩、含礁角砾状石灰岩、亮晶生物屑石灰岩、生物屑石灰岩、球粒石灰岩及石灰岩、白云岩或鲕粒亮晶灰岩、团粒亮晶灰岩、砂屑亮晶灰岩、含砂屑泥晶灰岩、球粒泥晶灰岩、生物屑泥晶灰岩及石灰岩、白云岩	石灰岩、泥质灰岩、泥岩，局部见少量硅质岩	亮晶层孔虫珊瑚灰岩、亮晶藻屑藻凝灰岩、泥—细晶珊瑚灰岩、层孔虫灰岩、生物屑石灰岩、团粒石灰岩、团块石灰岩、粉—细晶灰岩夹泥质灰岩和少量泥页岩或粉—细晶灰岩、粉—细晶灰质白云岩夹泥岩，局部地区可见鲕粒石灰岩	以硅质岩，硅质页岩、泥岩、页岩、粉砂岩及泥灰岩为主，局部地区为石灰岩、硅质灰岩夹硅质岩
颜色	紫红、灰绿、灰白色	深灰、灰黄、灰白、紫红色	浅灰—深灰色	灰白、浅灰、灰色	浅灰、灰色	灰黑、深灰色	浅灰—灰色	灰、灰黑色

续表

沉积区	海陆过渡区（Ⅳ）	台地沉积区（Ⅲ）			台地边缘沉积区（Ⅱ）	盆地沉积区（Ⅰ）		
结构构造	中至厚层状，部分地区交错层理、斜层理发育；砂岩细至中粒	厚层状，局部白云岩具层纹状构造、石灰岩具鸟眼构造，白云岩粉至细晶，砂岩细粒	厚层状，具斜层理、断续水平层理、微波状层理。石灰岩泥晶、局部亮晶，云岩部分地区具鲕状结构	厚层—块状；石灰岩泥晶至细晶，砂岩细至中粒	厚层—块状，具斜波状层理，马脑状、棉壳状构造，局部见鸟眼构造	灰岩泥至粉晶	厚层—块状，叠层构造，广西南丹大厂马脑状构造发育形成礁灰岩	中至薄层状，石灰岩泥晶
古生物组合	植物、鱼、轮藻、瓣鳃、腕足、介形虫	介形虫、腕足、腹足、瓣鳃、植物碎片，少量珊瑚、层孔虫	珊瑚、腕足、层孔虫、苔藓虫、瓣鳃、介形虫、有孔虫及三叶虫	珊瑚、腕足、层孔虫、苔藓虫、瓣鳃、藻类	层孔虫、珊瑚，腕足、介形虫、苔藓虫、海百合茎、瓣鳃，少量藻类	腕足、层孔虫、竹节石、三叶虫、介形虫、少量珊瑚	层孔虫、珊瑚、海百合茎、腕足及少量瓣鳃、竹节石	竹节石、三叶虫、菊石、角石及小个体的腕足类
沉积矿产	见鲕状赤铁矿	部分地区见鲕状赤铁矿、菱铁矿	鲕状赤铁矿	部分地区见鲕状赤铁矿、黄铁矿、菱铁矿				黄铁矿及少量磷

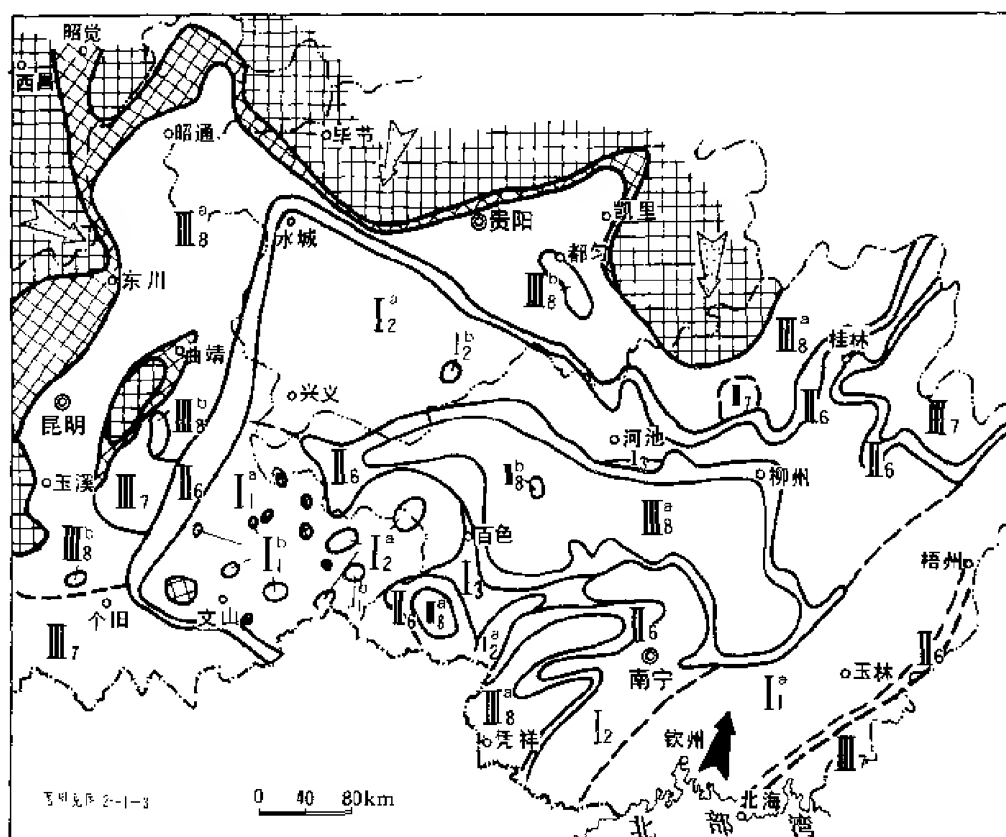


图2-1-13 滇黔桂地区晚泥盆世沉积相图

(图中相带编号见表2-1-10)

表 2-1-10　滇黔桂地区晚泥盆世沉积相主要特征表

沉积区	台地沉积区（Ⅲ）			台地边缘沉积区（Ⅱ）	盆地沉积区（Ⅰ）				
相及亚相带名称	局限海台地相（$Ⅲ_8$）		开阔海台地相（$Ⅲ_7$）	台地边缘滩相（$Ⅱ_6$）	盆地边缘相（$Ⅰ_3$）	广海陆棚相（$Ⅰ_2$）		盆地相（$Ⅰ_1$）	
	局限海台内点滩亚相（$Ⅲ_8^b$）	正常局限海台地亚相（$Ⅲ_8^a$）				台丘亚相（$Ⅰ_2^b$）	正常广海陆棚亚相（$Ⅰ_2^a$）	台丘亚相（$Ⅰ_1^b$）	正常浅海盆地亚相（$Ⅰ_1^a$）
岩性特征	石灰岩、白云岩夹生物屑石灰岩、生物石灰岩或石灰岩夹白云岩、鲕粒石灰岩	白云岩，局部地区夹石灰岩、泥岩或白云岩、石灰岩，局部地区夹泥岩	石灰岩夹白云岩、泥岩；部分地区石灰岩、粉至细粒砂岩、页岩	以石灰岩、鲕粒石灰岩为主、局部夹白云岩；部分地区为石灰岩、生物屑泥晶灰岩、砂屑亮晶灰岩、亮晶藻屑石灰岩或石灰岩、鲕粒石灰岩、砂屑石灰岩、亮晶鲕粒石灰岩、亮晶藻屑石灰岩	石灰岩为主，夹硅质岩、硅质页岩，或夹泥岩、页岩、泥灰岩、或夹泥质条带石灰岩	砂屑亮晶灰岩、鲕粒亮晶灰岩、球粒石灰岩、石灰岩夹少量砾屑亮晶灰岩、球（团）粒亮晶灰岩、含砂屑石灰岩	泥质条带石灰岩、硅质岩夹石灰岩、泥岩、页岩和硅质泥岩、页岩	鲕粒石灰岩、石灰岩，局部地区夹白云岩	硅质岩夹少量石灰岩、泥岩或硅质岩、泥岩页岩夹少量石灰岩、砂岩或硅质岩、泥质条带石灰岩
颜色	浅灰、灰色	浅灰、灰、深灰色	浅灰、灰色	浅灰、灰色	灰、深灰色	浅—深灰色	灰、深灰色	灰白、浅灰色	灰、深灰色

续表

沉积区	台地沉积区（Ⅲ）			台地边缘沉积区（Ⅱ）	盆地沉积区（Ⅰ）				
结构构造	厚层状、白云岩细晶、局部地区见层纹状构造，石灰岩泥晶、生物屑石灰岩呈亮晶结构	厚层—块状，部分地区层纹状构造发育，局部见鸟眼构造；白云岩粉至细晶、石灰岩泥至粉晶	厚层、块状，石灰岩泥至细晶	厚层至块状，局部见斜层理、鸟眼构造，石灰岩泥至粉晶、鲕粒石灰岩部分地区亮晶	中至薄层状，石灰岩泥晶	厚层至块状，石灰岩泥晶，局部见纹层状、鸟眼构造	薄至中层状，硅质岩具微细水平层理，石灰岩具似瘤状构造及泥至粉晶结构	厚层至块状，石灰岩泥至粉晶	薄至中层状，具水平微细层理
古生物组合	介形虫、珊瑚、层孔虫、腹足、腕足	生物稀少，只见少量介形虫、腕足、层孔虫、珊瑚、腹足	腕足、珊瑚、层孔虫、少量海百合茎、苔藓虫	腕足、层孔虫、腹足、海百合、苔藓、介形虫、钙球	少量竹节石、菊石、腕足、层孔虫、珊瑚	少量腹足、海百合	竹节石、菊石、三叶虫，少量介形虫，小型薄壳腕足、软舌螺	腕足、珊瑚、层孔虫、少量介形虫、海百合	以竹节石、菊石为主，少量小个体腕足及介形虫
沉积矿产		局部地区见石膏			局部地区含锰		锰、磷，部分地区见黄铁矿		磷、锰

第七节　石炭纪沉积相

石炭纪沉积相承袭了泥盆纪沉积相展布的格局，表现在台地边缘相区呈带状分布，且位置与泥盆纪大体相同，方向一致；另一方面又有所改造，即在盆地内台丘的基础上，发展成横贯东西以点群状连接成的台丘相带。在台丘相带中，有孤岛分布。早石炭世及中晚石炭世

沉积相参见图 2-1-14，表 2-1-11；图 2-1-15，表 2-1-12。

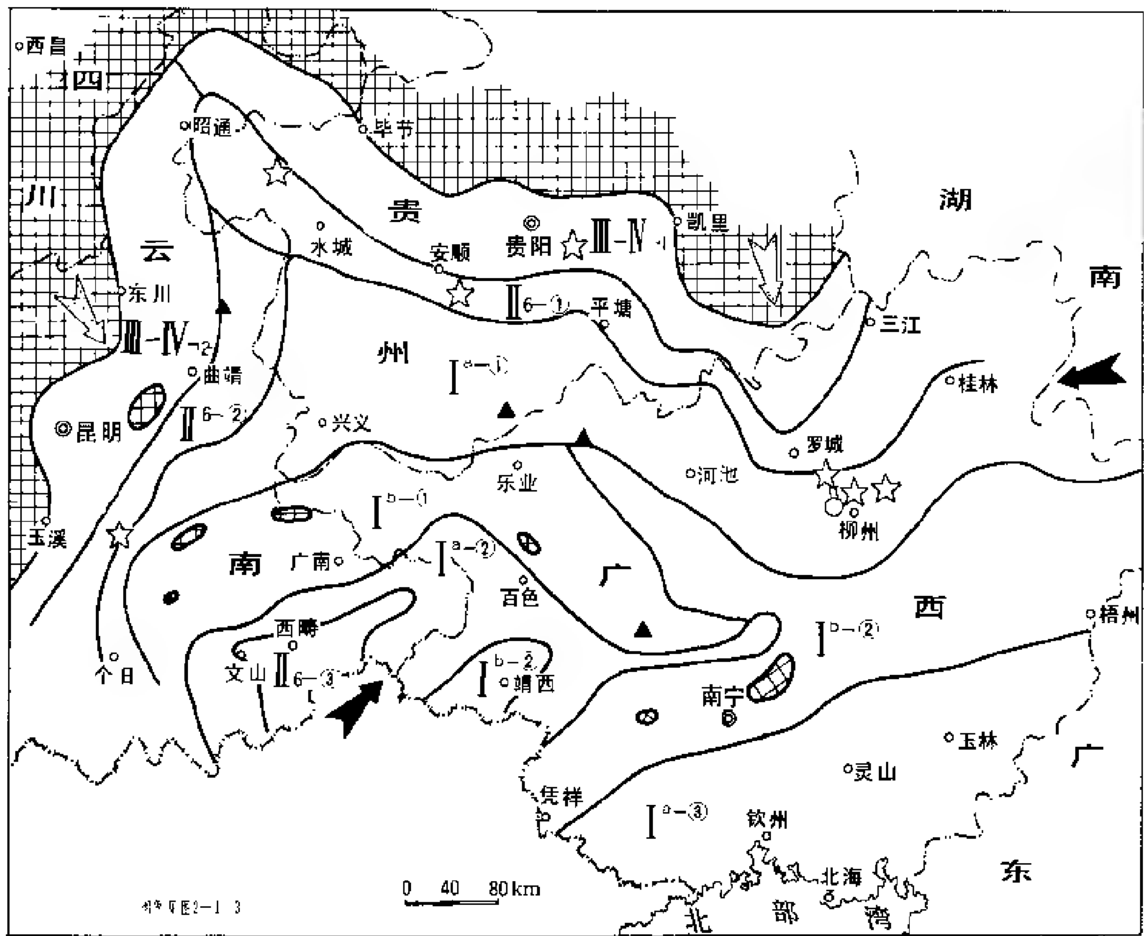


图 2-1-14　滇黔桂地区早石炭世沉积相图

（图中相带编号见表 2-1-11）

表 2-1-11　滇黔桂地区早石炭世沉积相带特征表

代号		相区	主要岩性	生物组合	矿产
Ⅰ	Ⅰ$^{a-①}$	柳州—兴仁盆地相	硅质岩、砂岩、泥岩夹石灰岩、局部地区夹生物灰岩、玄武岩	含海百合茎、珊瑚、腕足少量、多破碎	锰、菱铁矿等
	Ⅰ$^{a-②}$	百色盆地相	深灰色石灰岩、粉砂岩、泥岩及硅质岩	少量珊瑚、腕足	
	Ⅰ$^{a-③}$	灵山盆地相	硅质岩、页岩夹石灰岩及泥质硅质岩	见生物碎屑（化石少）	锰、黄铁矿
	Ⅰ$^{b-①}$	乐业—广南海盆台丘滩礁相	生物滩灰岩、珊瑚—藻礁灰岩、腕足—藻滩、礁灰岩、生物质灰岩、次生白云岩，局部为泥质灰岩夹硅质层	富含藻、腕足、苔藓虫、珊瑚、海百合茎、有孔虫等	
	Ⅰ$^{b-②}$	南宁—靖西海盆台丘滩相	生物灰岩、生物碎屑石灰岩夹次生云岩、石灰岩	含腕足、珊瑚、海百合茎、有孔虫较多	

续表

代号		相区	主要岩性	生物组合	矿产
II	$II_{6-①}$	罗城—平塘—水城台缘浅滩相	生物滩灰岩、生物灰岩、次生白云岩夹生物质灰岩、砂岩、页岩及煤少许	含较多珊瑚、腕足、海百合茎、有孔虫及少量菊石、植物碎片	煤线、鲕状赤铁矿铝土矿、黄铁矿
	$II_{6-②}$	富源—华宁台缘浅滩相	藻屑滩灰岩、生物碎屑石灰岩、生物灰岩、次生白云岩夹砂岩、页岩、砾状石灰岩	富含藻、腕足、珊瑚、海百合茎、有孔虫等	
	$II_{6-③}$	西畴台缘浅滩相	有孔虫 藻屑滩灰岩、生物灰岩、生物碎屑石灰岩夹次生白云岩、鲕状石灰岩或石灰岩、硅质结核灰岩	富含藻、有孔虫、海百合茎、腕足及常见珊瑚	
III-IV	$III-IV_{-①}$	三江—贵阳台地—滨岸相	石灰岩、生物灰岩、生物碎屑灰岩、次生白云岩砂岩、页岩夹砾岩、煤、铝土矿	含较多珊瑚、腕足、植物、海百合茎、有孔虫等	煤、铝土矿、鲕状赤铁矿、黄铁矿
	$III-IV_{-②}$	会泽—昆明台地—滨岸相	石灰岩夹生物灰岩、白云岩、砂岩、页岩、局部夹煤等	含腕足、珊瑚、海百合茎等	铝土矿、黄铁矿、煤

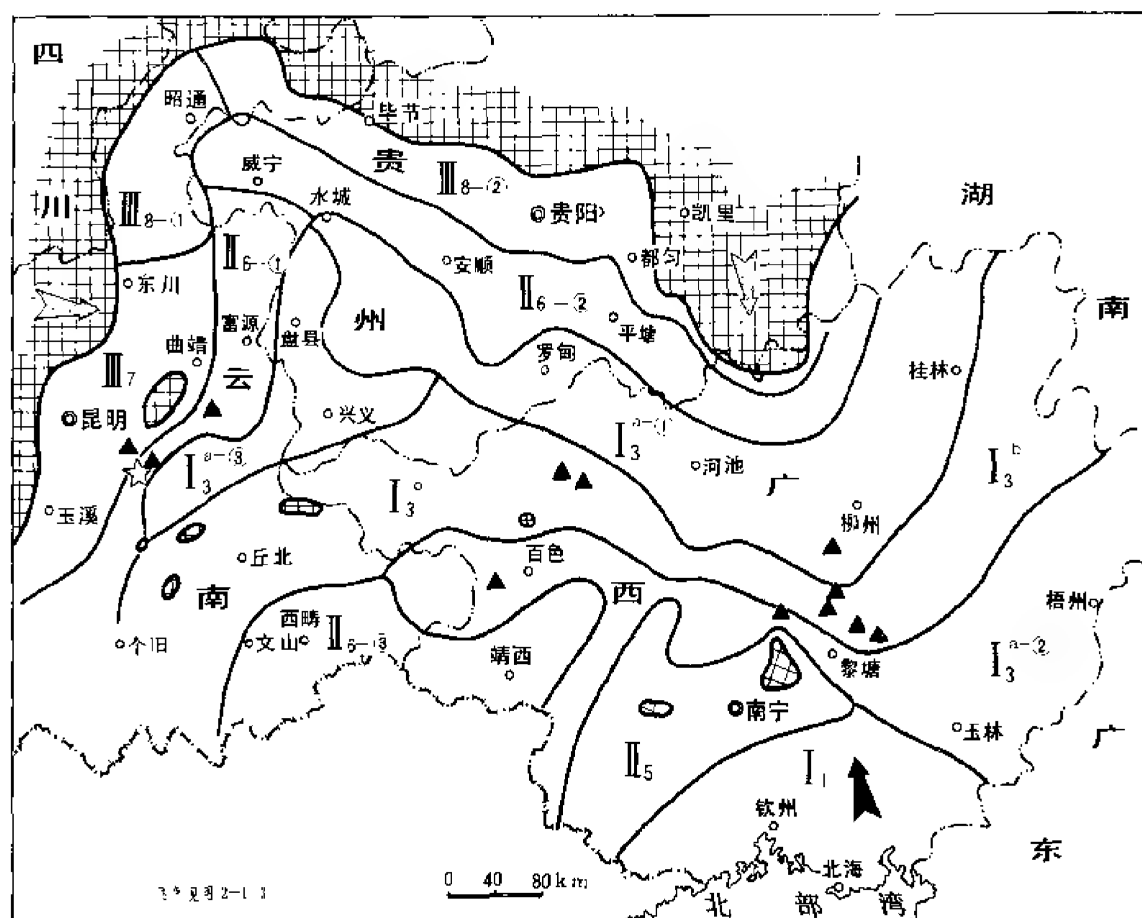


图2-1-15 滇黔桂地区中晚石炭世沉积相图

(图中相带编号见表2-1-12)

表 2–1–12　滇黔桂地区中晚石炭世沉积相带特征表

代号		相区	主要岩性	生物组合	矿产
I	I_1	钦州盆地相	硅质岩夹粉砂质泥岩、泥质硅质岩、硅质泥岩		
	I_3^{a-1}	罗甸—宜山盆地斜坡相	泥晶灰岩、白云质灰岩夹燧石层，生物碎屑石灰岩及少量页岩	含少量　、珊瑚、腕足、海百合茎	
	I_3^{a-2}	百色—黎塘盆地斜坡相	泥晶灰岩、白云质灰岩夹燧石层、硅质灰岩，生物碎屑石灰岩	含少量　，海百合茎	
	I_3^{a-3}	盘县—兴义盆地斜坡相	泥晶灰岩、生物灰岩、硅质条带石灰岩，局部含泥质较多	含　、有孔虫、珊瑚，腕足	
	I_3^b	丘北—乐业盆地斜坡台丘滩礁相	生物礁灰岩、滩灰岩、生物碎屑石灰岩、鲕状石灰岩、石灰岩夹白云质灰岩及次生白云岩	藻、　，有孔虫，珊瑚，苔藓虫丰富，腕足较多	
II	II_5	南宁台缘礁相	生物滩礁灰岩，次生白云岩、白云质灰岩夹生物灰岩	、有孔虫、藻丰富、珊瑚较多	
	II_{6-1}	富源—建水台缘浅滩相	生物滩灰岩，次生白云岩、生物白云质灰岩夹生物灰岩、局部地区为礁灰岩	藻、　、有孔虫、珊瑚丰富，次为腕足	
	II_{6-2}	威宁—平塘台缘浅滩相	生物滩灰岩、生物质灰岩、生物灰岩、生物碎屑石灰岩夹白云岩及少量泥质岩	藻、　、珊瑚、有孔虫丰富，腕足较多	
	II_{6-3}	西畴—靖西台缘浅滩相	藻屑石灰岩、鲕状或假鲕状石灰岩、生物碎屑石灰岩、角砾状灰岩	藻、　丰富、次为珊瑚、海百合茎	
III	III_7	昆明—东川开阔台地相	泥晶灰岩夹泥质灰岩、鲕状石灰岩	含　、珊瑚、次为腕足	
	III_{8-1}	昭通—会泽局限台地相	泥晶灰岩、白云岩、含泥质石灰岩夹少量硅质团块	含　、少量珊瑚	
	III_{8-2}	贵阳—都匀局限台地相	石灰岩夹灰质白云岩，白云质灰岩	珊瑚、　，海百合茎较多	铝土矿

第八节　二叠纪沉积相

一、早二叠世沉积相

早二叠世栖霞期、茅口期，除西部康滇古陆外，滇黔桂地区广泛受到海侵。盆地沉积区宽广，盆地沉积区内有成群的台丘分布。台地边缘沉积区较狭窄，呈向北突出的弧形分布、贵阳、昆明之北，为台地沉积区。参见图 2-1-16，表 2-1-13；图 2-2-17，表 2-1-14。

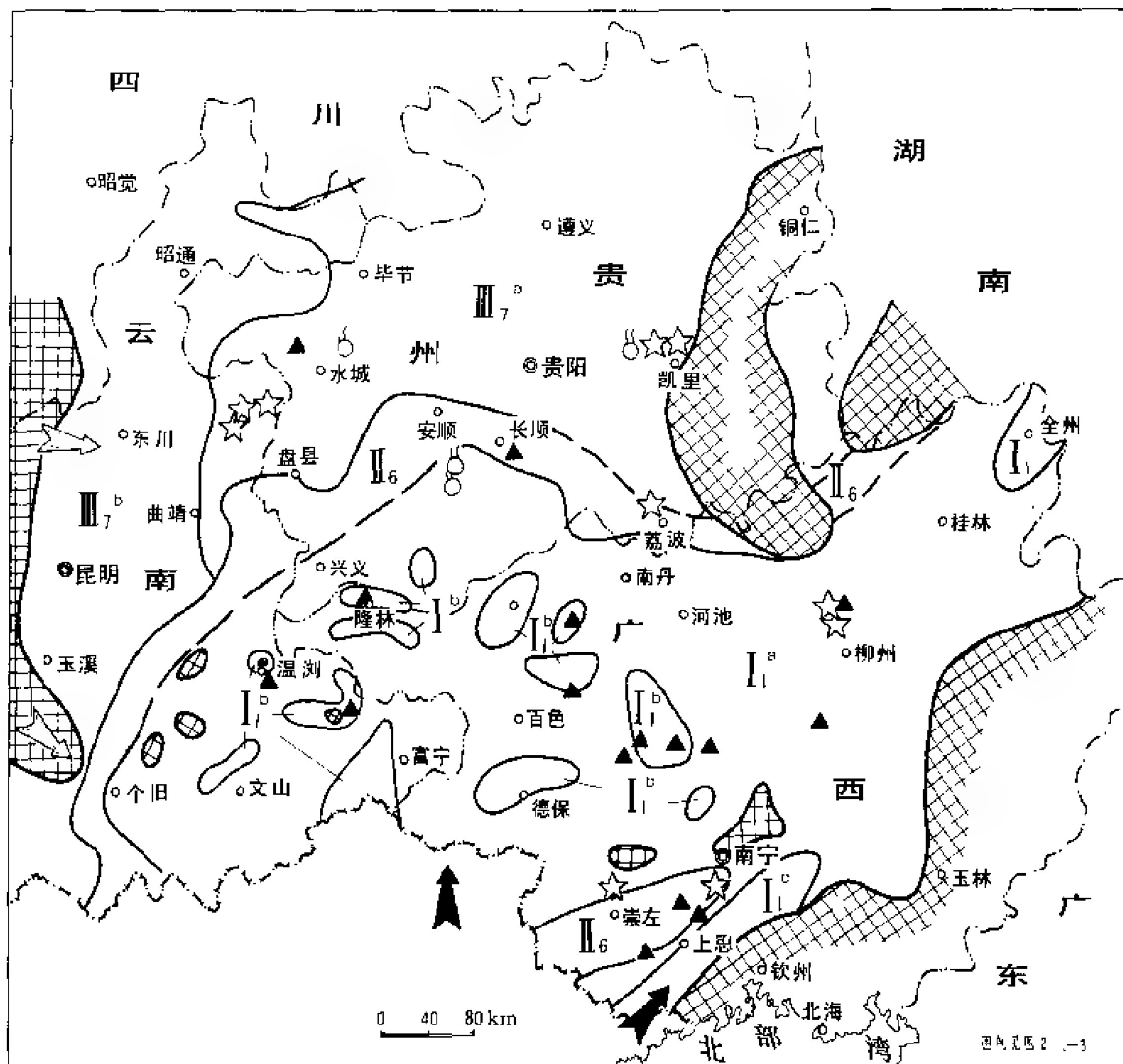


图 2-1-16　滇黔桂地区早二叠世栖霞期沉积相图

(图中相带编号见表 2-1-13)

二、晚二叠世沉积相

晚二叠世沉积相，由于受东吴运动的影响，相带展布与早二叠世沉积相带比较，有了明显的变化。相带总体上呈北东向展布。见图 2-1-18，表 2-1-15。

表 2-1-13　滇黔桂地区早二叠世栖霞期沉积相特征表

代号	相区名称	主要岩性	结构构造	生物组合	矿产
I_1	全州盆地相	黑色石灰岩夹少量燧石层和硅质层	细粒	腕足等	
I_1^a	富宁—南丹正常浅盆亚相	黑、灰黑色含硅质灰岩、硅质泥岩夹硅质岩和生物碎屑石灰岩	泥晶、微细层理	硅质海绵骨针、放射虫、海百合茎、菊石、腕足、	
I^b	隆林、温渊、乐业、凤山、德保台丘亚相	生物灰岩、虫藻屑灰岩、藻灰结核灰岩夹泥晶生物屑石灰岩、礁灰岩	亮晶、厚层状	、珊瑚、腕足、苔藓虫、海百合茎、有孔虫、藻	
I^c	灵山浅槽盆亚相	硅质岩夹泥质碎质岩、硅质泥岩	薄层状	放射虫、海绵骨针	
II_6	开远、兴仁、长顺、荔波及崇左台地边缘浅滩相	浅灰色生物灰岩、角砾状石灰岩、虫藻屑石灰岩	亮晶、厚层状	、珊瑚、腕足、苔藓虫、海百合茎、有孔虫、藻	夹煤线
III_7^a	盘县—水城开阔海台地亚相	上部：深灰色石灰岩、生物屑石灰岩夹白云质灰岩 下部：灰、灰黑色砂岩、页岩夹生物屑石灰岩	薄—厚层状 泥—亮晶	、珊瑚、有孔虫、棘屑、瓣鳃、绿藻	夹煤线 赤铁矿 褐铁矿
III_7^b	昆明—巧家台内浅滩亚相	上部：生物屑石灰岩、白云质石灰岩、白云岩 下部：碳质页岩、泥岩	泥—细晶，厚层状	有孔虫、藻、少量[illegible]、珊瑚	夹煤线

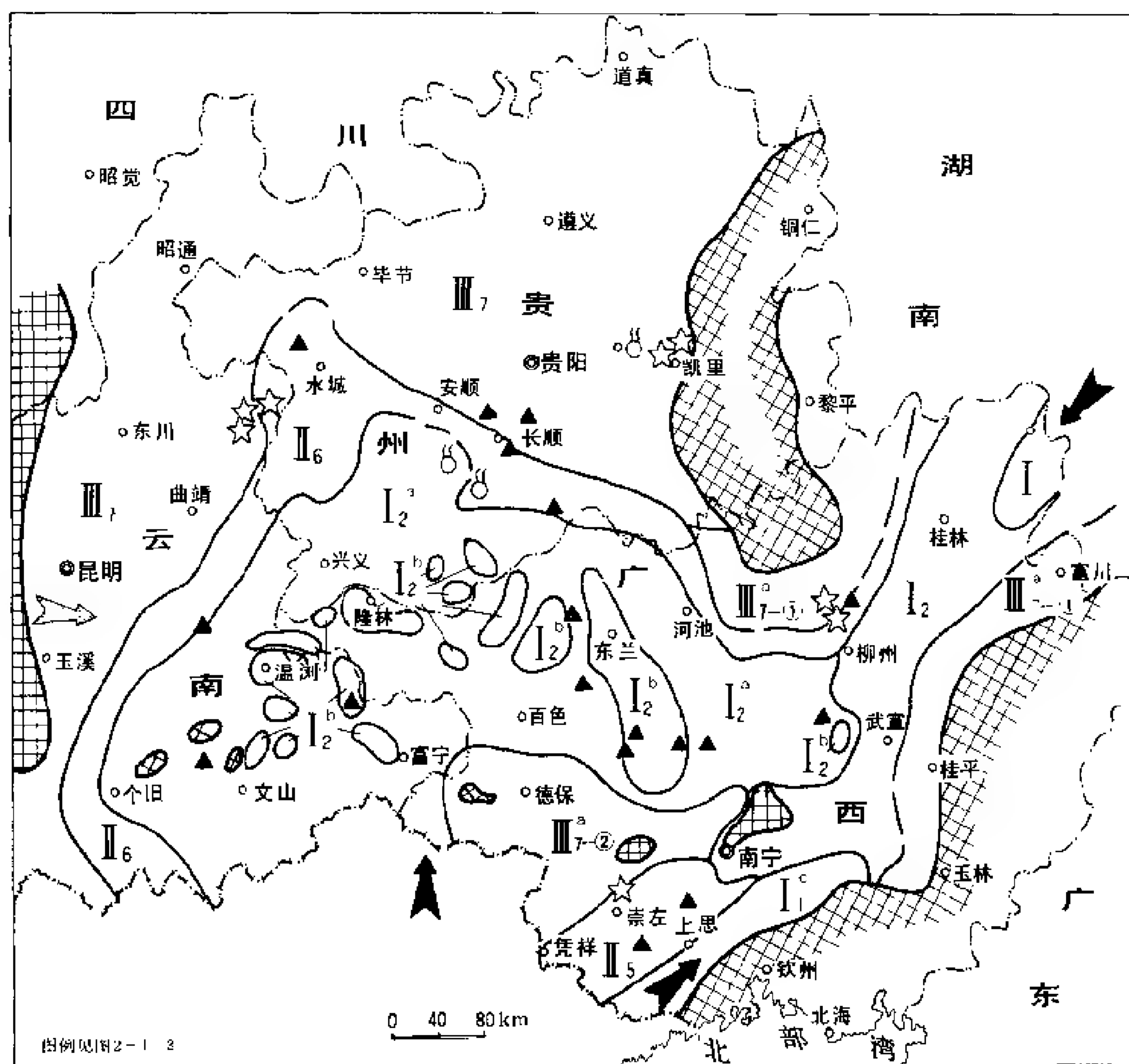


图 2-1-17 滇黔桂地区早二叠世茅口期沉积相图

（图中相带编号见表 2-1-14）

表 2-1-14 滇黔桂地区早二叠世茅口期沉积相特征表

代号	相区名称	主要岩性	结构构造	生物组合	矿产
I_1	全州盆地相	硅质岩夹透镜状细粒石灰岩	薄层	、腕足、䗴䗴	锰
I_1^c	灵山浅槽盆相	硅质岩、硅质页岩夹生物屑硅质岩等	薄层		
I_2	桂林—武宣广海陆棚相	泥晶灰岩、生物屑石灰岩夹燧石团块硅质条带石灰岩、含锰硅质岩	块状、厚层状	、腕足、䗴䗴、腹足类、有孔虫、珊瑚	锰

续表

代号	相区名称	主要岩性	结构构造	生物组合	矿产
I_2^a	富宁—南丹正常陆棚相	泥晶—粉晶生物屑石灰岩，含泥质石灰岩、硅质灰岩、硅质岩	中—厚层状	、腕足、珊瑚	
I_2^b	温润、隆林、东兰等陆棚台丘亚相	藻—海绵礁灰岩、藻粘结岩、亮晶虫藻屑石灰岩、 灰岩夹泥晶生物屑石灰岩	假鲕结构、中、厚层至块状	海绵、苔藓虫、藻、海百合茎、腕足、腹足、珊瑚、	
II_5	崇左台地边缘礁相	泥晶—粉晶灰岩、生物屑石灰岩、含硅质石灰岩、藻屑石灰岩夹白云岩	厚层、块状，生物屑结构	蓝、绿藻、 、三叶虫、海绵及珊瑚	
II_6	个旧、长顺间台缘浅滩相	石灰岩、生物屑石灰岩、含少量硅质结核鲕状石灰岩	生物屑、砾屑、鲕粒，厚层块状、中层状	、海百合茎、苔藓虫、腕足、棘皮、有孔虫、藻、介形虫、海绵、腹足	铁
$\mathrm{III}_{7-(1)}^a$	宜山—黎平、富川—桂平开阔海台地亚相	泥—粉晶灰岩、生物屑石灰岩、白云质灰岩、硅质团块，硅质结核灰岩夹硅质层	粒屑结构，厚层、块状	珊瑚、 、腕足、海百合茎、苔藓虫、有孔虫、介形虫	
$\mathrm{III}_{7-(2)}^a$	德保—大新开阔海台地亚相				
III_7^a	昆明—宣威—贵阳开阔海台地相	泥—粉晶灰岩，生物屑石灰岩夹燧石团块石灰岩、白云岩	厚层—块状粒屑结构	、珊瑚、腕足、有孔虫、介形虫、海百合、苔藓虫、腹足	

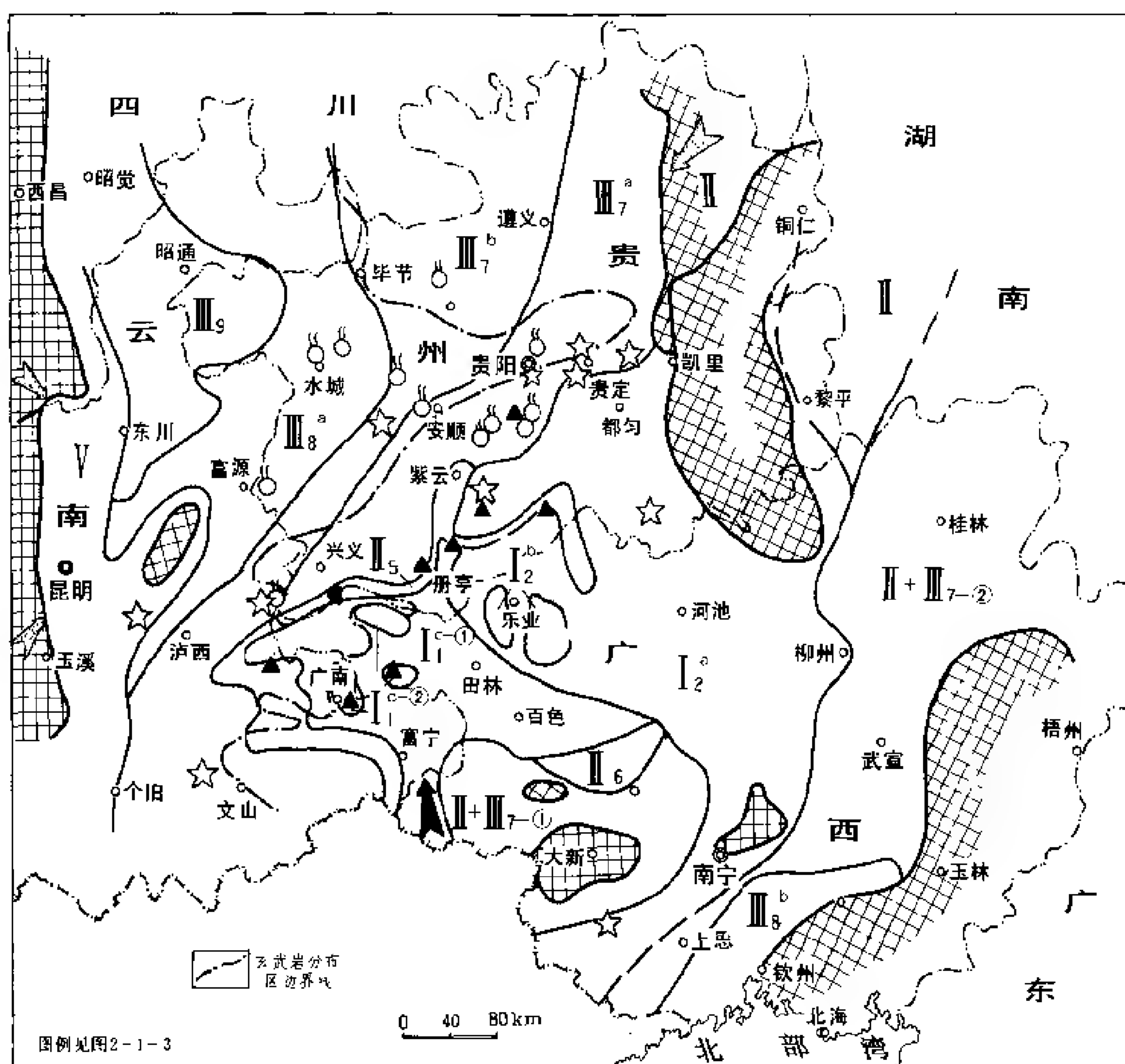


图 2-1-18 滇黔桂地区晚二叠世沉积相图

(图中相带编号见表 2-1-15)

表 2-1-15 滇黔桂地区晚二叠世沉积特征表

代号		相区	主要岩性	结构构造	生物组合	矿产
I	$I_1^{c-①}$	田林正常浅槽盆亚相	火山灰流浊积岩及泥、页岩、硅质岩夹凝灰质云质岩、生物屑石灰岩	薄层	生物稀少，蜓	锰
	$I_1^{c-②}$	广南浅槽盆台丘亚相	浅灰、灰、深灰色石灰岩、礁灰岩、泥晶生物灰岩	中—厚层 局部鲕粒结构	有孔虫、藻	鲕状铝土矿

续表

代号		相区	主要岩性	结构构造	生物组合	矿产
I	I_2^a	都匀—河池广海陆棚亚相	硅质岩、灰、深灰色石灰岩、燧石灰岩、泥岩、生物碎屑石灰岩	薄、中—厚层	珊瑚、腕足、菊石、蜓、海百合茎、有孔虫、海绵等	锰、铝土矿、菱铁矿、偶见煤
	I_2^b	乐业、凤山陆棚台丘亚相	浅灰色兰、绿藻及海绵为主的生物滩或礁灰岩	块状、厚层状	藻、海绵	偶见煤
II	II	黎平台缘沉积区	石灰岩		蜓、珊瑚、腕足、头足	
	II_5	紫云—册亨—富宁台地边缘礁相	礁灰岩、生物灰岩、燧石灰岩夹少许硅质灰岩及鲕状石灰岩	中—厚层、粒屑、局部鲕粒结构	蜓、珊瑚、腕足、头足	
	II_6	田林台缘浅滩相	灰、深灰色石灰岩、鲕状石灰岩、铁铝质层夹硅质岩	微—细晶	蜓、珊瑚、层孔虫、藻	少许铝土矿
$II+III_{7-①}$		靖西、平果台地边缘及开阔海台地相	石灰岩、燧石灰岩、泥、页岩、硅质岩、铝土质页岩		单体珊瑚、腕足、蜓、植物	煤
$II+III_{7-②}$		桂林—武宣台地边缘及开阔海台地相				
III	III_7^a	兴义、贵阳开阔海台地含煤亚相	泥岩、页岩、砂岩、燧石灰岩夹少许硅质页岩、玄武岩、凝灰岩	中层状	腕足、蜓、苔藓虫、植物	煤
	III_7^b	泸西、黔西临滨碎屑岩亚相	泥岩夹砂岩、石灰岩、凝灰岩、玄武岩	中—薄层 微细层理	腕足、蜓、苔藓虫、植物	煤

续表

代号		相区	主要岩性	结构构造	生物组合	矿产
Ⅲ	Ⅲ$_8^a$	富源、盘县前滨碎屑岩亚相	砂岩、泥岩、页岩、玄武岩	薄一中层状	植物、少量腕足	煤
	Ⅲ$_8^b$	灵山滨海凹槽亚相	泥岩、砂岩、页岩、砾岩		植物、瓣鳃、少量腕足	煤
	Ⅲ$_9$	昭通后滨碎屑岩相	砂岩、页岩、泥岩、凝灰岩、玄武岩	薄一中层状	植物	
V		昆明陆相玄武岩区	玄武岩、夹少量凝灰岩		无	

三、二叠纪生物礁

早二叠世茅口期和晚二叠世，是本区生物礁重要发育期。沿紫云、册亨、富宁台地边缘礁相带，有堤礁分布，在台丘相中有点滩。礁基底通常由浅滩构成，受古地形（构造）控制明显。已发现的地面堤礁和点礁多发育于背斜构造翼部或端部，参见图 2-1-19，表 2-1-16。造礁生物主要为海绵和水螅，礁核一般由生物骨架礁灰岩组成。南盘江地区所见生物礁，一般由茅口期连续发展到晚二叠世，其间无明显间断

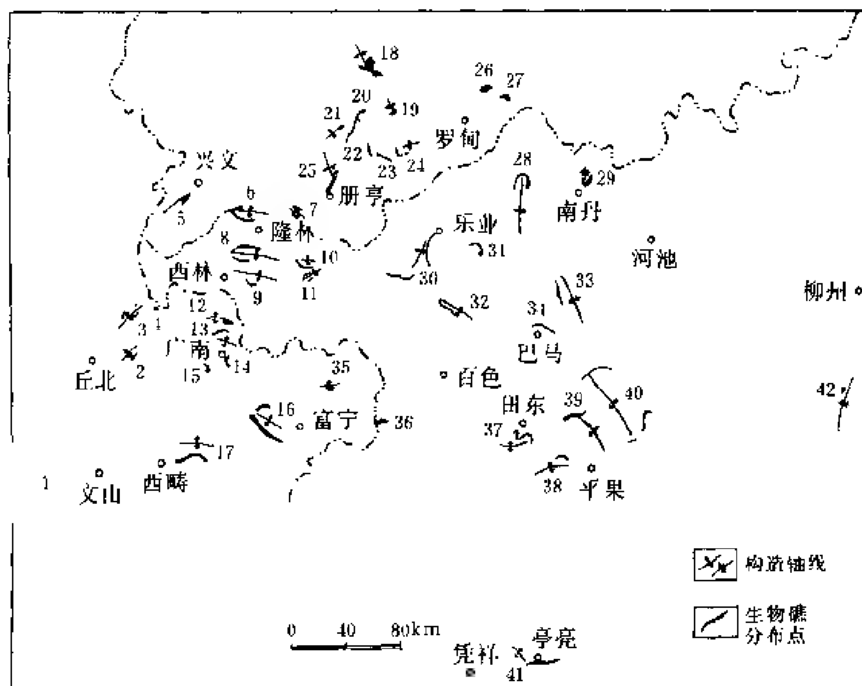


图 2-1-19　滇黔桂地区南盘江及其毗邻地区二叠纪生物礁分布图

（图中礁点编号见表 2-1-16）

表 2-1-16　滇黔桂南盘江地区二叠系生物礁分布图附表

序号	地区或构造名称	时代	礁厚 (m)	出露面积 (km^2)	礁分布的构造位置	备注
1	蒙自老寨街	P_1m	197	1	大黑山向斜西翼	观察点
2	邱北平寨岜六	P_2	116	212	岜六背斜南翼	
3	邱北温浏背斜	P_1—P_2	127～424	35	东西两翼	
4	广南者太海尾背斜	P_1m	43	约 6	北西倾没端	
5	兴义雄武背斜	P_1m—P_2	54～195	14	西北翼及南翼北部	
6	隆林安然背斜	P_1m—P_2	113～381	20	构造西部	
7	册亨板街背斜	P_1m—P_2	125～172	4	北翼西部及南翼中部	
8	隆林德峨背斜	P_1m	262～400	30	构造西段	
9	隆林蛇长背斜	P_1m—P_2	>101		南翼中部	
10	隆林隆或构造	P_1m—P_2		6	南翼东南部	观察点
11	田林平塘背斜	P_1m—P_2	东翼 43	16	东西两翼	西翼观察
12	广南阿科背斜	P_1m—P_2	42	8	东倾没端	
13	广南扣来背斜	P_1m—P_2		7	北翼	
14	广南董那孟	P_1m—P_2	97	<8		
15	广南仰门背斜	P_1—P_2	10～432	6	北翼及南翼东部	
16	广南八宝	P_1m	约 700	约 30	南翼及北翼西部	
17	西畴董马	P_1m			南翼	观察点
18	紫云白岩田坝背斜	P_1m—P_2	201	12	南倾没端	
19	紫云翁刀背斜	P_1m—P_2	12～225	2	南倾没端东部	
20	望谟播东背斜	P_2	100～109	26	西翼	
21	贞丰江油背斜	P_2	>100	3.5	东北倾没端	
22	望谟打岩背斜	P_2		1.5	南倾没端	
23	望谟平绕背斜	P_1m—P_2	45～81	12	南翼	
24	望谟麻山背斜	P_2		4	南翼西倾没端	
25	册亨鞍子山背斜	P_2	20～>300	22	东翼南部	
26	罗甸猴场	P_1m—P_2				
27	罗甸克麻井	P_1m				观察点

续表

序号	地区或构造名称	时代	礁厚 (m)	出露面积 (km^2)	礁分布的构造位置	备注
28	天峨背斜	$P_1m—P_2$			北倾没端	观察点
29	南丹芒场	P_2				
30	乐业构造	$P_1m—P_2$	141～511	42	东翼	
31	凌云牙里构造	$P_1m—P_2$			构造东翼北部	
32	凌云构造	P_1m-P_2		约 98	南翼西部	
33	东兰构造	P_1m			西翼	观察点
34	巴马背斜	P_2			构造东翼北部	
35	富宁中洞背斜	$P_1m—P_2$		1	构造南翼	观察点
36	百色巴平	P_2			构造西部	
37	田东海城	P_2			北翼东部	
38	平果班圹背斜	P_2			北翼东部	
39	平果太平背斜	P_2			构造北西倾没端及西南翼	
40	武鸣榜圩背斜	P_2			构造两倾没端	
41	崇佐宁明亭亮	P_1m	147～391	20.7		
42	来宾蒙村歌郎	P_1m	109	0.001		

第九节 早、中二叠世沉积相

早、中三叠世沉积相大体承袭了晚二叠世沉积相的展布格局，在康滇古陆东部沉积相带呈南北向展布，黔北地区呈北东向展布；桂西南、桂中地区为东西向展布。早三叠世飞仙关期、永宁镇期和中三叠世沉积相展布及特点见图 2-1-20，2-1-21、2-1-22；表 2-1-17，2-1-18，2-1-19。

表 2-1-17 滇黔桂地区早三叠世飞仙关期沉积相特征表

相　区	代号	主要岩性及结构构造	生物组合
上思弧后断陷盆地沉积相	I	西北为灰、灰绿色泥岩夹粉砂岩，细砂岩；东南为灰绿、褐黄、浅紫色泥岩与细砂岩，粉砂岩不等厚互层，中、下部具含砾砂岩	瓣鳃及植物碎片

续表

相　区	代号	主要岩性及结构构造	生物组合
乐业、凌云广海陆棚相	I_2	灰、深灰、灰黑色薄—中层状泥页岩或泥灰岩	菊石、瓣鳃
紫云、望谟盆地斜坡相	I_3	下部为黑色、深灰色页岩或夹扁豆状石灰岩；中上部为深灰色泥晶灰岩，泥页岩	瓣鳃，菊石为主。偶见鱼、放射虫
西林百色盆地斜坡凹槽亚相	I_3^a	兰灰、深灰、灰绿色薄—中层夹厚层状泥岩，粉砂岩及层凝灰岩。水平层理发育	瓣鳃、菊石
板庚盆地斜坡碳酸盐岩岩隆亚相	I_3^b	灰、浅灰、深灰色石灰岩。向岩隆中部颜色变浅，出现鲕（豆）粒石灰岩，白云岩；向岩隆边部颜色变深，并过渡为泥灰岩，有时可见角砾状石灰岩	瓣鳃、腹足、腕足、菊石
贵阳、福泉台地边缘斜坡相	II_4	灰、深灰色石灰岩，有时可见到角砾状石灰岩（歪头山）；底部常为灰、黄绿色泥岩	瓣鳃、菊石、腕足、介形虫、鱼
遵义、安顺台地边缘浅滩相	II_6	下部为灰绿、黄灰色泥页岩；中部为浅灰至深灰色中厚层状石灰岩；上部为暗紫、灰绿、黄色泥页岩。在灰岩段中常见鲕状石灰岩，生物碎屑石灰岩，东部可见到豆粒石灰岩	以瓣鳃为主，次见菊石
靖西、上林、崇左台地边缘及台地沉积区	II+III	灰、浅灰、深灰色石灰岩夹少量泥岩。普遍可见到鲕状石灰岩，生物碎屑石灰岩，并可见到斜层理	瓣鳃为主，次为腹足、腕足、菊石
赤水、丘北开阔台地碳酸盐岩+碎屑岩相	III_7	灰、黄绿、紫红色砂泥岩与石灰岩。局部层位石灰岩具鲕状及生物碎屑结构。石灰岩向东部地区厚度增大。可见少量波痕及斜层理	瓣鳃、腹足、腕足、菊石（产于下部层位）
威信、宣威、文山陆源砂泥岩相	IV_1	紫红色夹灰绿、浅灰色砂岩，泥质粉砂岩、泥岩。砂岩中常可见到斜层理，交错层理，亦可见到波痕、泥裂、膏盐假象等动荡浅水咸化标志	瓣鳃、次尚见腕足及极少量的菊石
昭通会泽滨海陆源砂岩相	IV_2	紫红色中厚层状砂岩夹泥岩，西部地区下部夹数层细砾岩	植物碎片

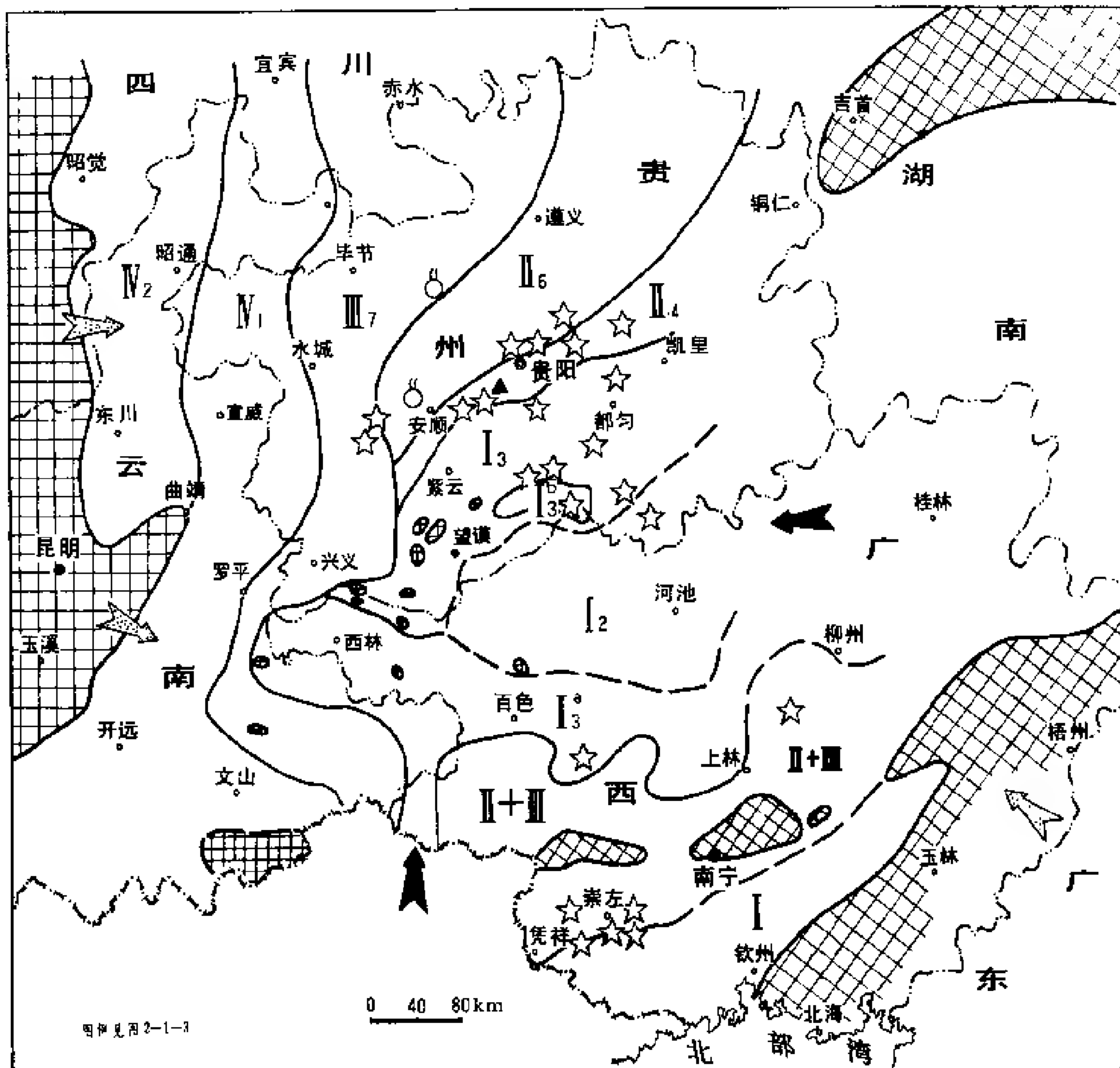


图 2-1-20 滇黔桂地区早三叠世飞仙关期沉积相图

(图中编号见表 2-1-17)

表 2-1-18 滇黔桂地区早三叠世永宁镇期沉积相特征表

相 区	代号	主要岩性及结构、构造	生物组合
雷波、昭通滨海陆源砂泥岩相	IV_2	紫红色砂泥岩为主，夹少量石灰岩、泥灰岩	生物稀少，产瓣鳃及植物碎片
盐津、威宁滨海陆源泥坪相	IV_1	灰、黄灰色石灰岩、泥质石灰岩、白云岩、泥质白云岩与灰、黄、紫红色泥岩、粉砂岩不等厚互层，顶部可见到角砾状白云岩	生物稀少、瓣鳃为主，偶见腹足及植物碎片

续表

相　区	代号	主要岩性及结构、构造	生物组合
文山开阔海台地相	$Ⅲ_{7-2}$	灰、浅灰、深灰色石灰岩。靠近台缘相区石灰岩质较纯，向西南部泥质含量增加，常形成泥灰岩及泥、页岩夹层	生物较少，有瓣鳃、腹足
水城、罗平开阔海台地碳酸盐岩夹泥岩亚相	$Ⅲ_7^a$	灰、浅灰色中、厚层状石灰岩、泥质灰岩、白云岩夹褐黄、黄灰色泥岩。白云岩多分布于上部，顶部常为角砾状白云岩（溶塌角砾岩）	瓣鳃、腹足为主，次见菊石、腕足
遵义、贵阳开阔海台地相	$Ⅲ_{7-1}$	灰、浅灰、黄灰、红灰色石灰岩、白云岩。顶部常为角砾状白云岩（溶塌角砾岩）。向西、北部常由于泥质成分增加而出现泥质灰岩、泥质白云岩或夹少量泥页岩；向东南部则以白云岩为主	瓣鳃、腹足为主，菊石少见
福泉、紫云、丘北台地边缘沉积区	Ⅱ	灰、浅灰色石灰岩、白云岩及泥页岩。向台地一侧白云岩增加；向盆地一侧泥、页岩增加。在局部地区可见到角砾状石灰岩	菊石、瓣鳃、腹足、腕足
靖西、崇左台地边缘及台地沉积区	Ⅱ+Ⅲ	灰、浅灰色石灰岩、白云岩。东部地区夹少量泥岩	瓣鳃、腹足、菊石、腕足
西林广海陆棚相	$Ⅰ_2$	灰、深灰、黄绿色泥、页岩夹泥灰岩、石灰岩，局部地区见砾状石灰岩	菊石、瓣鳃、偶见腕足
板庚广海陆棚碳酸盐岩岩隆亚相	$Ⅰ_2^a$	灰、浅灰色石灰岩，向岩隆内部夹白云岩；向岩隆边部夹泥、页岩，并见砾状石灰岩	菊石、瓣鳃、腹足、腕足
上思弧后断陷盆地相	Ⅰ	酸性火山岩及浅灰绿、黄绿色薄层状泥灰岩夹泥岩、砂岩	菊石、瓣鳃、植物碎片

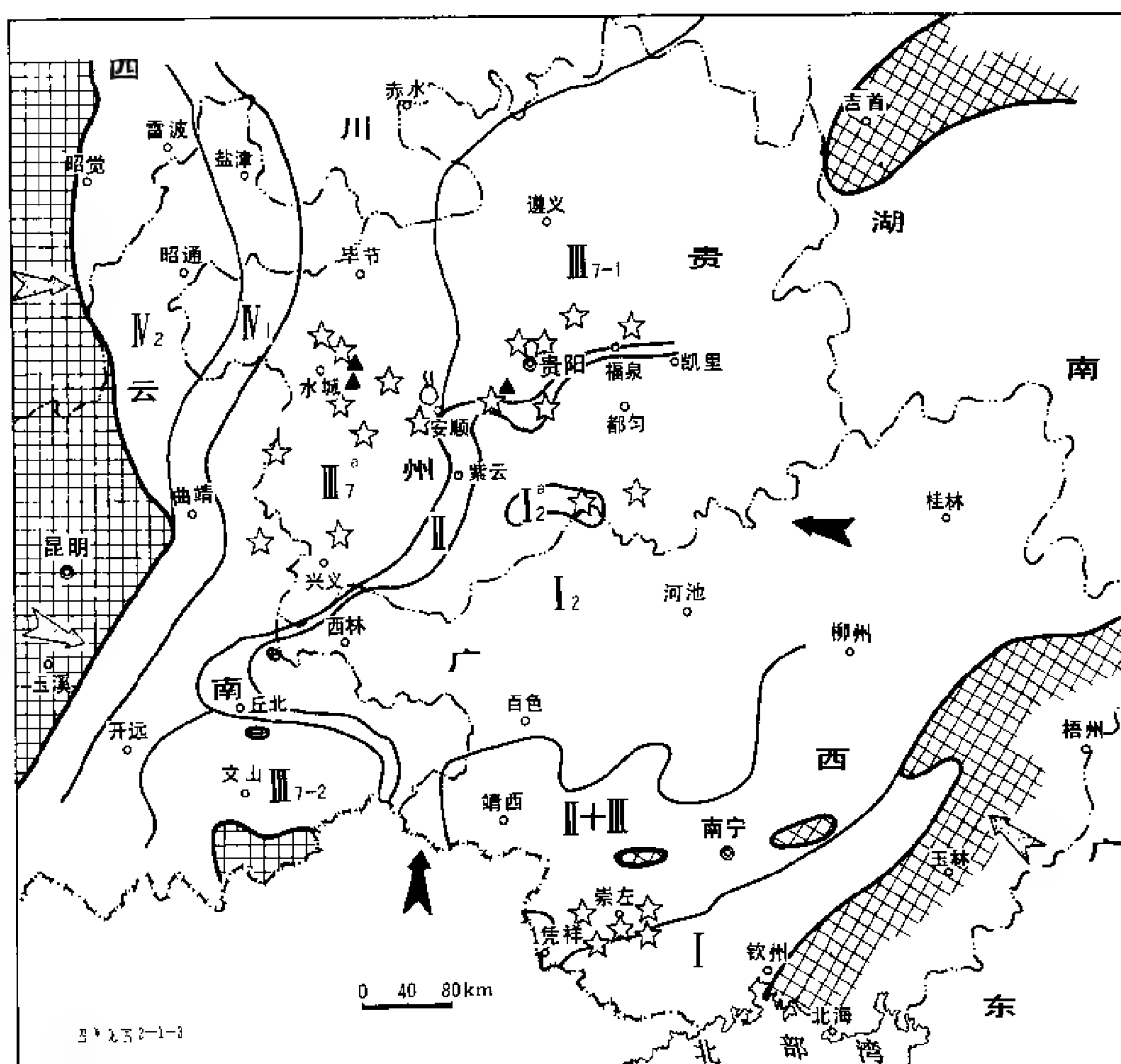


图 2-1-21 滇黔桂地区早三叠世永宁镇期沉积相图

(图中相带编号见表 2-1-18)

表 2-1-19 滇黔桂地区中三叠世沉积相特征表

沉积相区	代号	主要岩性及结构、构造	生物组合
永善、昭通滨海相	$Ⅳ_{1-1}$	灰白至灰黑色中厚层状石灰岩、白云质灰岩、白云岩夹页岩	
川东海陆过渡区	$Ⅳ_{1-2}$	紫红色泥岩、砂质泥岩夹黄灰色泥灰岩。可见波痕、交错层理及生物碎屑	瓣鳃、腹足、有孔虫、藻皮、植物等

续表

沉积相区	代号	主要岩性及结构、构造	生物组合
湘鄂西三角洲相	$Ⅳ_2$	紫红色、灰紫色砂岩、粉砂岩、泥岩互层，可见干裂、交错层理、虫迹、泥砾片、生物碎屑等	植物、瓣鳃、腹足、介形虫等
威宁、泸西局限海台地相	$Ⅲ_8$	黄灰、灰色中厚层状白云岩、泥质白云岩、泥灰岩、蠕虫状石灰岩、石灰岩夹粉砂岩，页岩。砂岩具小型交错层理及斜层理	瓣鳃、植物碎片
遵义、兴仁开阔海台地相	$Ⅲ_7$	灰色中厚层状石灰岩、生物碎屑石灰岩，白云岩及鲕状白云岩，下部夹泥页岩、泥灰岩	瓣鳃、腹足、腕足、介形虫、海百合，偶见菊石
贵阳青岩至丘北台地边缘沉积区	Ⅱ	下部灰色薄层至中厚层状泥、粉晶白云岩夹石灰岩、亮晶藻屑石灰岩；上部灰色薄至中厚层状石灰岩、亮晶藻屑石灰岩、藻礁灰岩	瓣鳃、腹足、腕足、海百合、介形虫、藻
靖西、上林、崇左、台地边缘及台地沉积区	Ⅱ+Ⅲ	下部浅灰至深灰色石灰岩、白云岩；上部为黄、灰绿色、暗红色泥、页岩、粉砂岩。南部地区底部常夹1—3层火山岩	生物少见，有瓣鳃、腹足、菊石
紫云、罗甸广海陆棚相	$Ⅰ_2$	灰绿、黄灰色薄至厚层状细砂岩、粉砂岩与泥、页岩不等厚互层，底部常夹燧石层；下部夹薄层石灰岩、燧石灰岩。拉丁期沉积物中可见粒级递变层理及冲蚀，拖曳等底模构造	以瓣鳃、菊石为主，次见腕足、腹足及植物碎片
西林、百色广海陆棚槽盆亚相	$Ⅰ_2^a$	绿灰、深灰色中至厚层状砂岩，粉砂岩与泥页岩不等厚互层。具粒级递变层理及各种浊积岩底模构造	瓣鳃、菊石及植物碎片
板庚广海陆棚碳酸盐岩岩隆亚相	$Ⅰ_2^b$	下部浅灰、灰白色中厚层状石灰岩、泥灰岩；上部灰色石灰岩、亮晶藻屑石灰岩、鲕状石灰岩及礁灰岩。岩隆随时代变新而缩小	生物少见，有瓣鳃、腹足、腕足、介形虫、藻
上思弧后断陷盆地相	Ⅰ	灰、黄灰、灰绿色泥、页岩夹泥质粉砂岩、细砂岩，以及厚达数百米的火山岩	瓣鳃、菊石及腕足

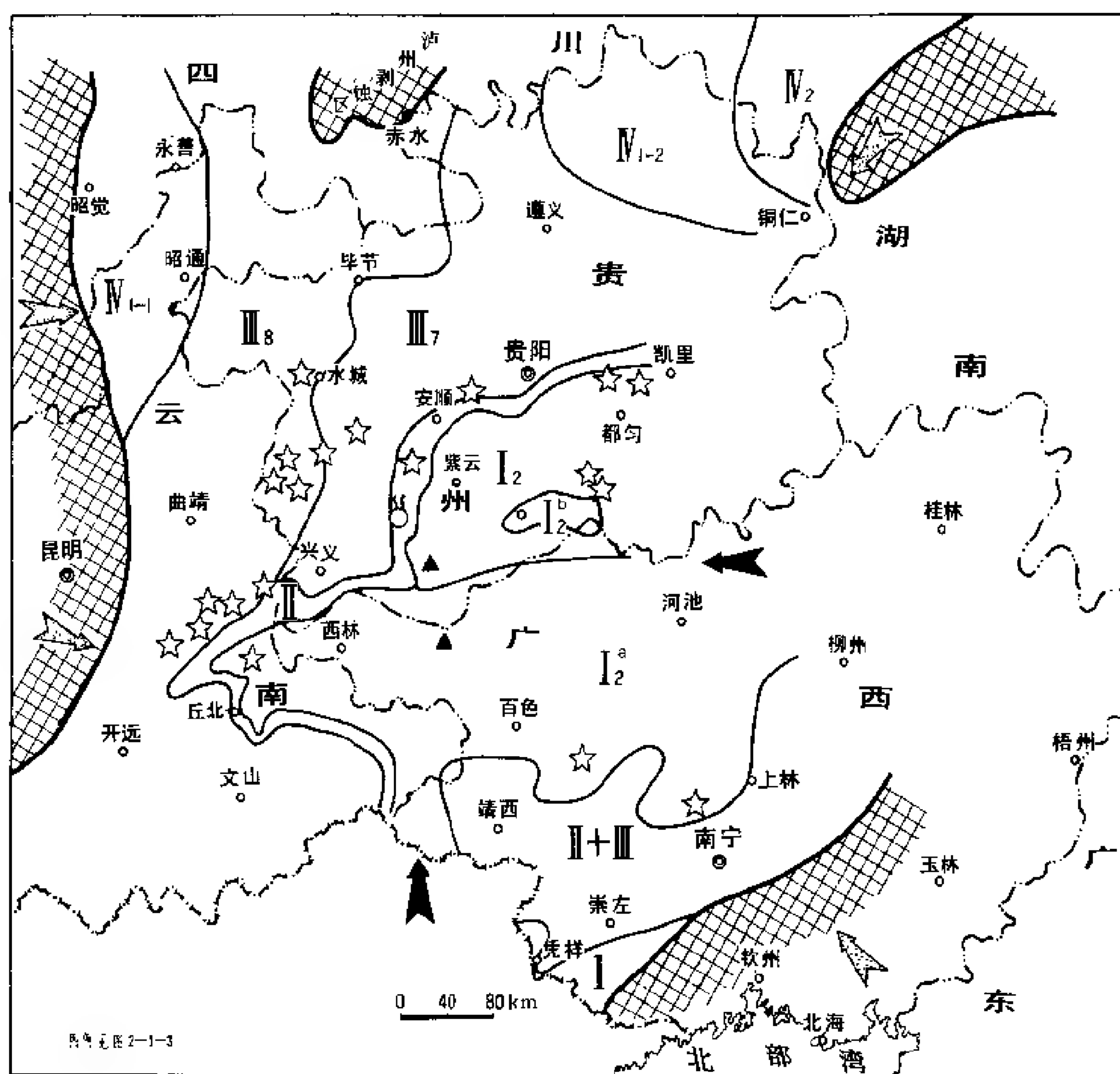


图 2-1-22　滇黔桂地区中三叠世沉积相图

(图中相带编号见表 2-1-19)

第二章　生油层、储集层及盖层

第一节　油气苗及沥青显示

滇黔桂地区共发现油气苗及沥青显示586处，其中油苗281处，气苗66处，沥青显示138处，各系地层中均有分布，其中以三叠系和二叠系为最多，占总数的47.8%，见表2-2-1，图2-2-1。

表 2-2-1　滇黔桂地区各时代油气苗及沥青点统计简表[①]

时代	T	P	C	D	S	O	∈	井下	合计
油苗或油显示	119	51	15	18	64	13	1	57	338
沥青	21	58	22	17	11	9	/	4	142
气苗或气显示	3	28	13	13	1	1	7	40	106
合计	143	137	50	48	76	23	8	101	586

①表中数字单位：个（处）。

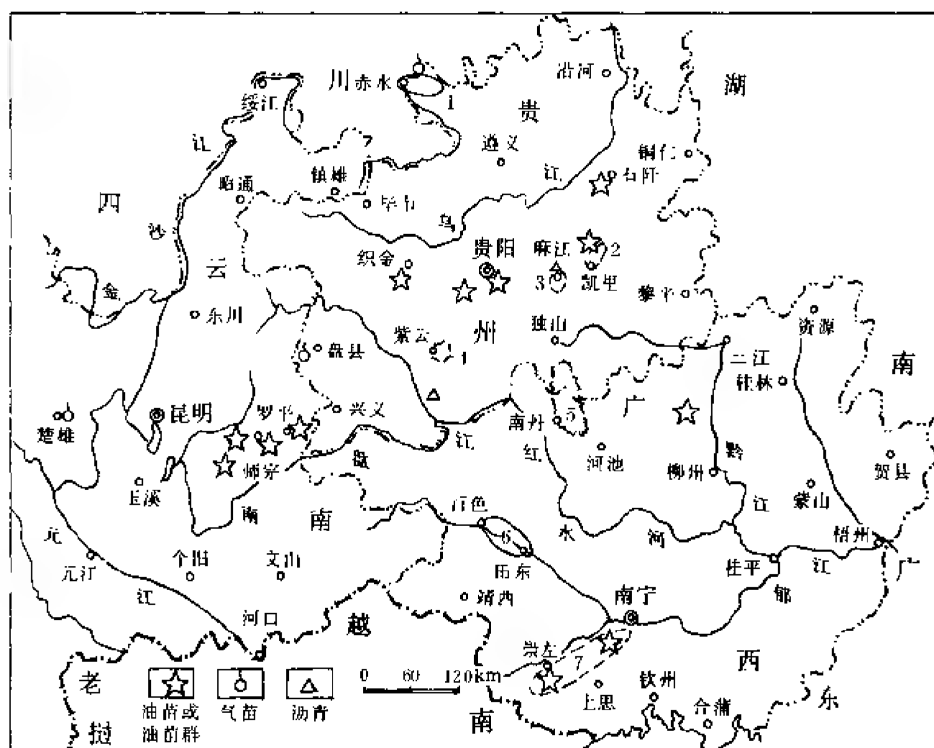


图 2-2-1　滇黔桂地区油气苗沥青分布示意图

1—赤水气田；2—凯里残余油气藏；3—麻江古油藏；4—紫云二叠系生物礁沥青出露区；5—南丹大厂泥盆系生物礁沥青出露区；6—百色油田；7—十万大山三叠系油苗分布区

油苗和沥青的产状，主要是裂隙型、晶洞型及裂隙晶洞的复合型（见表2-2-2）。

表2-2-2　滇黔桂地区油气苗产状类型统计表

产状	裂隙（个）	晶洞（个）	复合型（个）	油砂（处）	油页岩（处）	性质不明（处）	合计（个、处）
油苗	101	50	163	2	3	19	338
沥青	69	16	48	/	/	9	142

在106处气苗中，以烃类气体（主要是甲烷）为主的有22处，占21%，属可燃气；以氮气为主的有61处，占57%，一般不可燃；其余23处性质不明，占23%。

气苗的分布层位以二叠系中为最多，在已发现的66个气苗中，二叠系中就有28个，占42.4%。这可能与二叠系煤层发育，分布广泛有关。是寻找煤成气藏的一个线索。

区内除油气苗和沥青显示分布广泛外，通过近些年的工作，还发现不少残余油气藏、古油藏。如凯里虎庄奥陶、志留系残余油气田，麻江古油藏等（详见第四章）。

区内礁滩分布比较广泛，中泥盆世是重要成礁期之一，在出露的礁体中曾发现大量沥青，最突出的是广西南丹大厂的礁体，发现多处沥青，最大的一处呈凸镜状，一般厚0.8～1.2米，最厚达2.5米。此外，广西河池拉朝沥青，曾开采作燃料，已采出沥青达5～6万吨，可燃性好，发热值高。滇黔桂三省（区）接界地带的紫云、邱北、隆林地区的二叠系生物礁中，晶洞穴、栉壳间、粒间及粒间空隙多有沥青充填，特别在礁体顶部50米左右范围内更加富集。以贵州紫云生物礁为最典型，是一个被破坏了的古礁油藏。沿中三叠统的堤礁带，也有较多的油气沥青显示。

此外，贵州瓮安永和区下寒武统的沥青砂岩，平塘平火坝下石炭统的沥青砂岩、铜仁地区与汞矿共存的沥青等，都是石油经过富集和破坏后的产物。

各层系中油气苗沥青点与古油藏、古油层的分布，与其沉积相带的展布关系密切。下古生界的油气苗沥青多分布在江南古陆西侧的台盆过渡相区，如铜仁一带寒武系中的沥青，虎庄、鱼洞奥陶、志留系的残余油气藏，石阡志留系的油苗，麻江奥陶、志留系古油藏，瓮安下寒武统的沥青砂岩以及都匀地区寒武—志留系的沥青砂岩、"沥青煤"等，均沿各该层位之北北东向过渡相带分布。上古生界的油苗和沥青，多分布在台缘生物礁、滩相区，部分也分布在台地相区。如上述的广西南丹大厂、河池拉朝中泥盆统生物礁；贵州紫云、云南邱北、广西隆林等地的二叠系生物礁中，也有大量的沥青分布。桂中坳陷北部柳城一带下石炭统的油苗和沥青，牛首山古陆东侧泥盆系的油苗和沥青，多分布在台缘浅滩相内。广西宁明地区二叠系礁体中曾发现多处油苗，充填于生物骨架间孔隙、生物体腔、溶蚀孔隙和各种构造裂隙中。三叠系油苗分布广泛，但集中者还是沿堤礁带分布，著名者如兴义泥凼，平坝羊昌河，贵阳倪儿关，福泉凤山等地的油苗。

烃类显示的相态，与油气成熟度有关，油苗多出现在成熟区，少数可出现于高成熟区，沥青和气苗则出现在过成熟区。

第二节 生 油 层

一、生油层的岩石类型、分级标准和分布

从区内油气苗沥青广布，众多残留油气田、古油藏的发现，说明在地质历史中曾有过油气生成过程。关于生油层的确定标准，区内现在还没有严格的科学试验或实践根据。一般认为，确定某一岩层是否是生油层，首要考虑的是岩石中有机碳含量的多少，但具体界线值各说不一。国内常见的标准是，碳酸盐岩和泥质岩类的有机碳含量一般应分别大于0.08%和0.5%才是有效的生油岩。但这是对未成熟期和成熟期的生油岩而言；在滇黔桂海相地层分布区，成熟度普遍较高的条件下，是不适用的。考虑到本区的实际情况，主要采用岩石的颜色和粒度来划分生油岩。将生油岩分为碳酸盐岩和泥质岩两大类，各类又分为两级，Ⅰ级是较好的生油岩，Ⅱ级是一般生油岩。分级标准见表2–2–3。

表2–2–3　滇黔桂地区生油岩类型及分级标准简表

岩类	碳酸盐岩		泥质岩	
级别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
颜色	黑—深灰色	灰色	黑—深灰色	灰色
粒度	泥晶—粉晶，无高能沉积标志		泥、页岩—粉砂质页岩	

本区各时代地层，除上二叠统峨眉山玄武岩组之外，均有较厚的泥质岩类或碳酸盐岩类生油岩。其中，上震旦统、中上寒武统及下二叠统以碳酸盐岩类生油层为主，下寒武统、下志留统及上二叠统以泥质岩类生油层为主，其它层系，碳酸盐岩类和泥质岩类生油层都具有相当规模。

1.碳酸盐岩生油层

下古生界的碳酸盐岩生油层主要分布于扬子准地台，分布面积约22万平方公里，累计厚度一般为500～1500米，北部较厚，向南变薄。有四个主要生油凹陷，最大的是松桃—酉阳凹陷，其次是赤水—威信凹陷，这两个凹陷北部均已伸入四川省境内（表2–2–4、图2–2–2）。

表2–2–4　滇黔桂地区下古生界碳酸盐岩生油凹陷状况简表

地区	面积 (km^2)	生油层厚度（m）			凹陷中心位置
		最大	最小	一般	
松桃—酉阳	34040	2694	1500	1700	酉阳
赤水—威信	30709	1750	1500	1600	威信
巧家—布施	9147	1251	1000	1200	布施东
独山—都匀	1947	1037	900	1000	都匀北

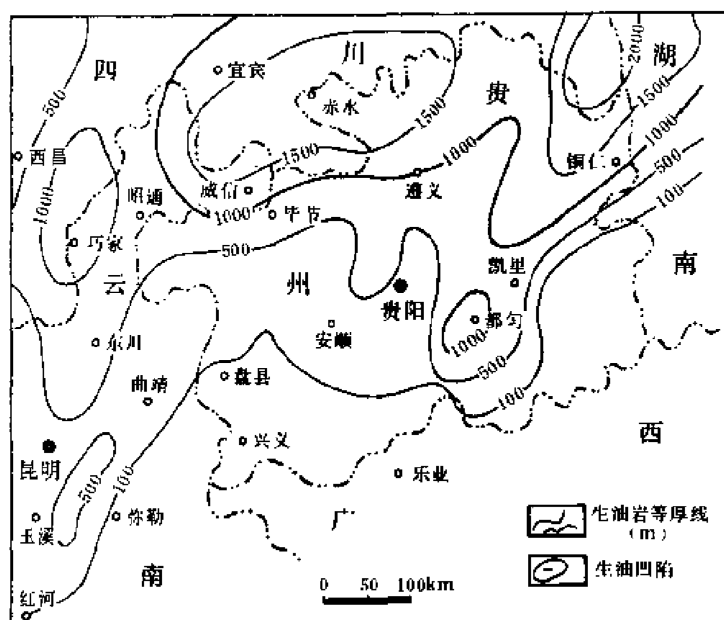


图 2-2-2 滇黔桂地区上震旦统至志留系碳酸盐岩生油岩等厚图

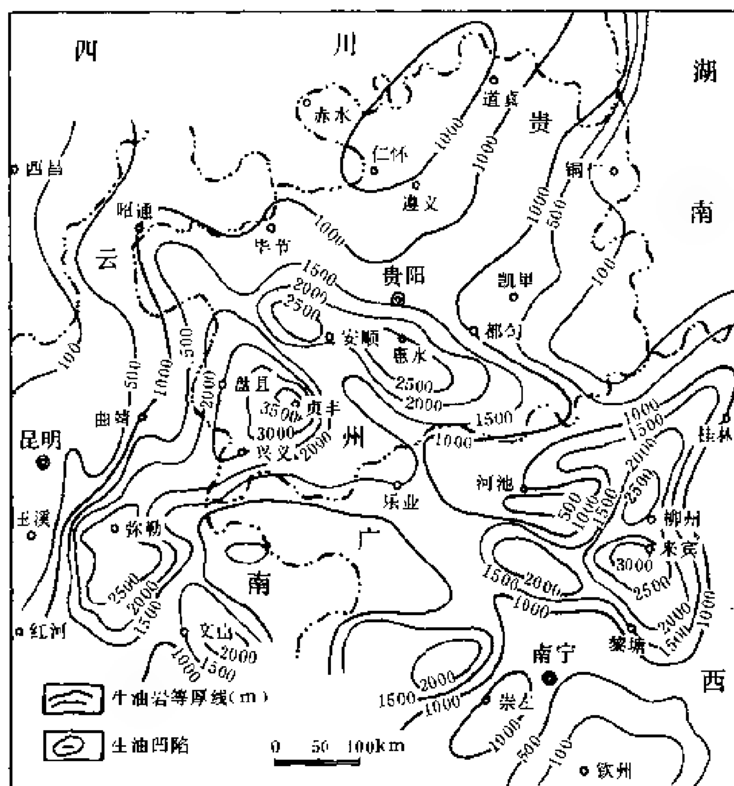
上古生界和下、中三叠统的碳酸盐岩生油层分布广泛，除几个长期的古隆起外，几乎遍布全区，分布面积约 47.45 万平方公里。生油层总厚度一般在 500～1500 米，最大厚度可达 3668.55 米（贞丰），中部较厚，向四周变薄。有五个大的生油凹陷，其中以兴义—罗平—弥勒凹陷面积最大，其次是桂中凹陷（表 2-2-5、图 2-2-3）。

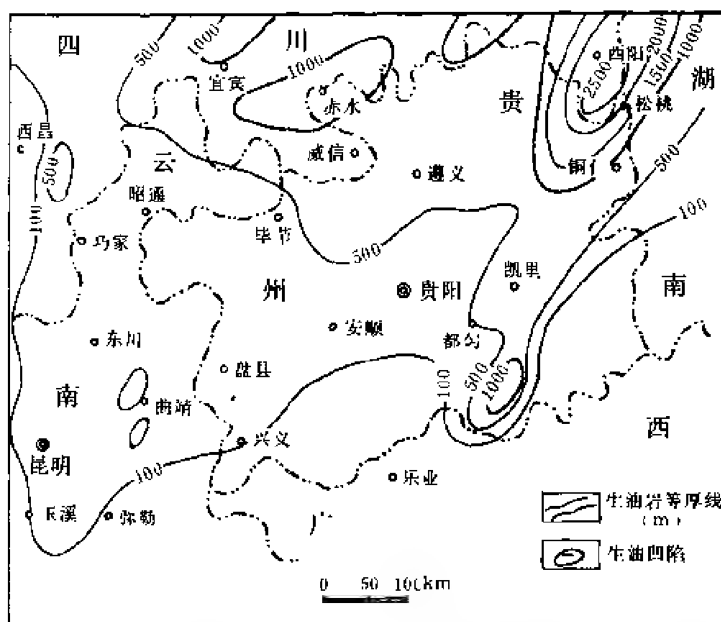
表 2-2-5 滇黔桂地区上古生界及中下三叠统碳酸盐岩生油岩生油凹陷状况简表

地区	面积 (km²)	生油层厚度（m）			凹陷中心位置
		最大	最小	一般	
兴义—罗平—弥勒	33040	3669	2000	2500	贞丰
南盘江—黔南—桂西	14493	3632	2000	2500	惠水
桂中	30853	3352	1500	2000	来宾
仁怀—道真	15546	1180	1000	1100	仁怀东
十万大山	4224	1399	1000	1000	崇佐

2.泥质岩生油层

下古生界的泥质岩生油层也主要分布于扬子准地台，分布面积约 22.7 万平方公里，总厚度一般为 100～1000 米，最大厚度可达 2671 米（松桃北），北部较厚，向南变薄。有四个生油凹陷，与碳酸盐岩生油层一样，也是以松桃—酉阳凹陷为最大，赤水凹陷次之，这两个凹陷的北部均伸入四川省境内（表 2-2-6、图 2-2-4）。





上古生界和下、中二叠统泥质岩生油层的分布范围与碳酸盐岩生油层的分布范围基本一致，分布面积约 47.4 万平方公里。生油层总厚度一般为 1000～2000 米，最大厚度达 3615.1 米（南丹）、以黔南、桂西、桂中为最厚，向外减薄。有三个大的生油凹陷，其中以南盘江—黔南—桂西凹陷区为最大，面积达 9.5 万平方公里，其次是桂中凹陷（表 2-2-7、图 2-2-5）。

表 2-2-6　滇黔桂地区下古生界泥质岩生油凹陷状况简表

地区	面积 (km^2)	生油层厚度（m）			凹陷中心位置
		最大	最小	一般	
松桃—酉阳	20707	2671	1500	2000	松桃北
赤水—威信	9533	1225	1000	1100	珙县
独山—都匀	1500	1050	1000	1000	独山东
巧家—布施	1280	594	500	500	布施

表 2-2-7　滇黔桂地区泥盆系至中三叠统泥质岩生油凹陷状况简表

地区	面积 (km^2)	生油层厚度（m）			凹陷中心位置
		最大	最小	一般	
南盘江—黔南—桂西	95088	3615	1000	2000	南丹
桂中	8867	1771	1000	1500	凤山
十万大山	5080	1178	500	900	钦州北

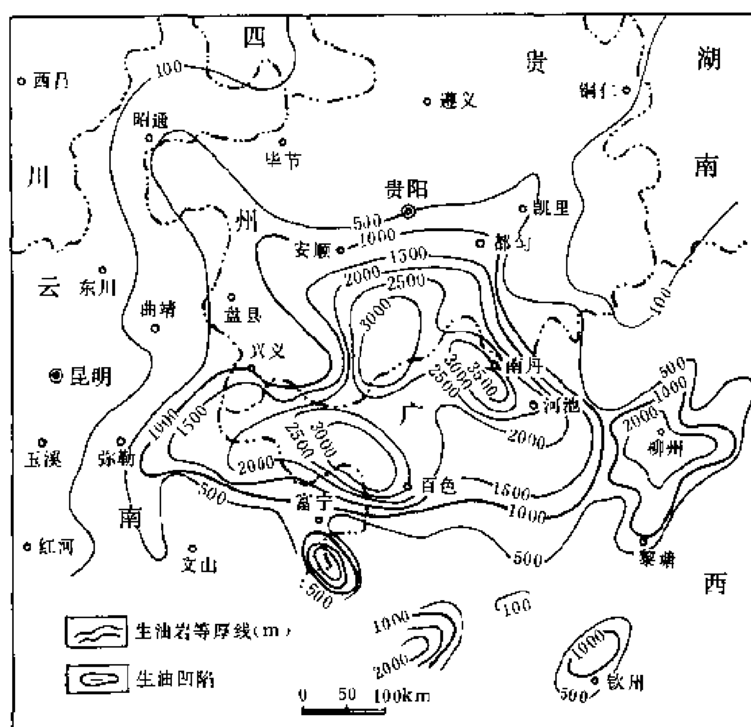


图 2-2-5　滇黔桂地区泥盆系至中三叠统泥质岩类生油岩等厚图

3.较好的生油岩的分布

较好的生油岩主要分布在以下层位：上震旦统陡山沱组、下寒武统、下奥陶统、下志留统、（图 2-2-6）中泥盆统、下石炭统及上、下三叠统。

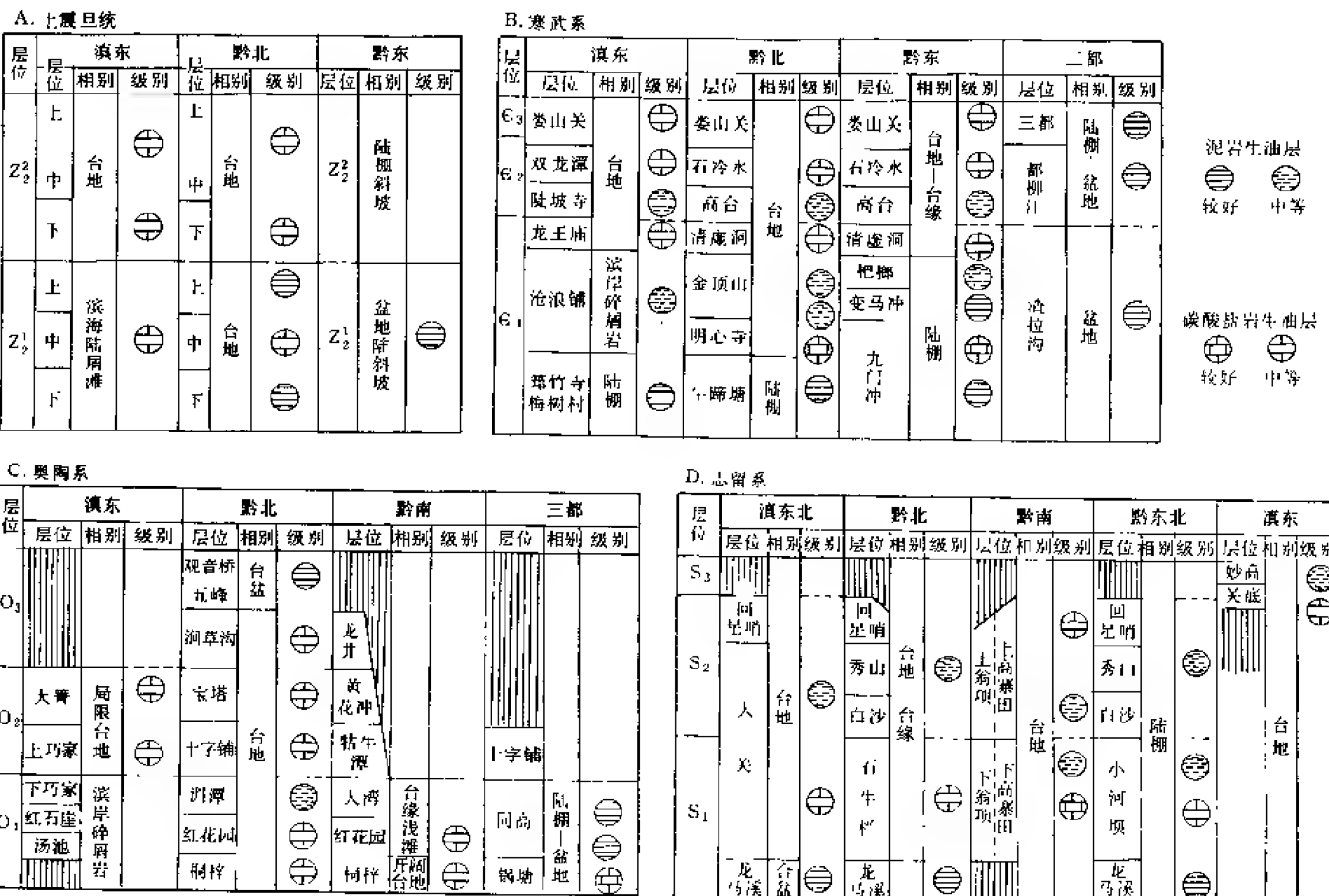


图 2-2-6　滇黔桂地区下古生界各层系生油层纵向分布图

(1) 上震旦统陡山沱组　上震旦统较好的生油岩为陡山沱组的黑色碳质页岩，分布在黔北及黔东北，厚度一般为20～80米。

(2) 下寒武统　下寒武统贵州的牛蹄塘组，云南的筇竹寺组和梅树村组，以黑色碳质页岩为主，是很好的生油岩，分布于贵州北部及滇东地区，厚度有20～150米，在余庆、金沙、威宁三处较厚，可达150～200米（图2-2-7）。贵州东部凯里一带牛蹄塘组碳质页岩中夹有20米左右的深灰色石灰岩，含沥青普遍，也是较好的生油岩。下寒武统明心寺组和杷榔组下部的深灰色含泥质石灰岩与暗绿色泥页岩亦有较好的生油条件。此外三都地区整个寒武系均属盆地或陆棚相沉积，以黑色碳质泥页岩为主，是较好的生油层，厚度在三都剖面可达700米左右。

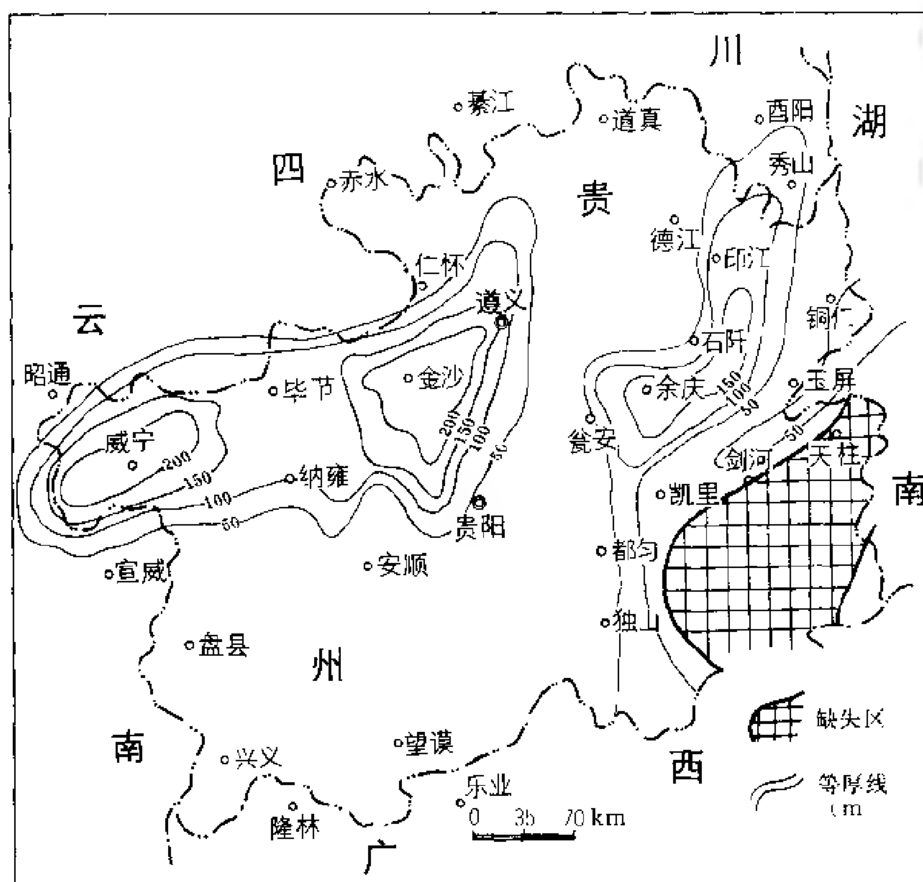


图2-2-7　贵州地区下寒武统牛蹄塘组等厚图

(3) 下奥陶统　下奥陶统的较好生油层，主要分布在黔东地区，同高组的深灰或暗绿色泥页岩，粉砂质泥岩，锅塘组的深灰色泥质条带石灰岩，都是较好的生油岩。两组的累计厚度可达700米左右。上奥陶统的五峰组为黑色页岩，但厚度一般都小于15米，且仅在黔中隆起以北才有分布。

(4) 下志留统　下志留统龙马溪组的黑色泥页岩是较好的生油岩。龙马溪组分布于贵州北部及滇东北，一般厚50～150米，以沿河县东南为最厚，可达500米（图2-2-8）。下、中志留统的翁项群和高寨田群，夹有较多的深灰色泥质石灰岩及暗绿色页岩，是较好的生油

岩

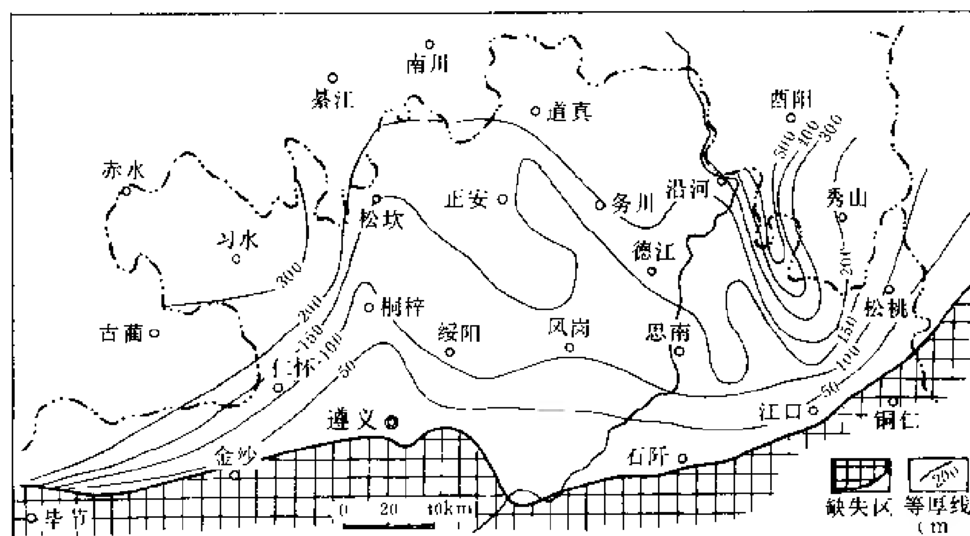


图 2-2-8 黔北地区下志留统龙马溪组等厚图

(5) 中泥盆统 中泥盆统罗富组的黑色页岩是较好的生油岩。主要分布在黔南和桂中，厚度可达 600～1100 米（图 2-2-9）。中泥盆统独山组的深灰色泥质灰岩，也是较好的生油层。中泥盆统Ⅰ级碳酸盐岩生油层，主要分布在黔南和桂中，滇东的曲靖—弥勒和文山地区亦有分布。厚度一般厚 100～300 米，最大可达千米以上，最大厚度区在黔南惠水一带。

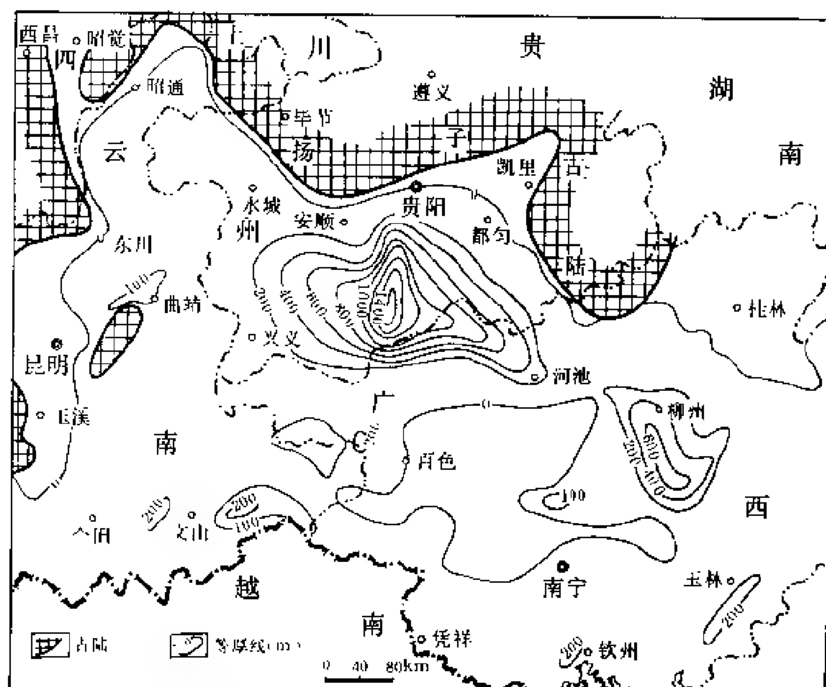


图 2-2-9 滇黔桂地区泥盆系泥质岩类Ⅰ级生油岩等厚图

(6) 下石炭统　下石炭统的泥质岩生油层，主要分布在岩关组和大塘组，存在于上扬子古陆的南缘地区，在威宁—水城一带厚度可达 500 米。岩性为灰黑、深灰色泥岩。下石炭统的Ⅰ级碳酸盐岩生油层主要是深灰色泥质石灰岩及石灰岩，多分布在下统的上部，分布面积较泥岩生油层广，以昭通—兴仁—独山—桂林一线为最发育，一般厚 100～300 米，在罗城和威宁分别可达 900 米和 700 米。

(7) 二叠系　下二叠系较好的生油层是栖霞组的深灰色石灰岩，分布范围较广，厚度一般为 50～150 米，以宜山及关岭附近为最厚，分别为 400 及 250 米。上二叠统较好的生油层是龙潭组的深灰色页岩，一般厚 20～60 米。金沙一带较厚，为 120 米左右。二叠系的煤系地层发育，尤以贵州西部为甚，是主要的气源层。

生油层的分布与沉积相有密切关系。泥质岩生油层主要发育于盆地沉积区，其次是台地沉积区；碳酸盐岩生油层则主要发育于台地沉积区，其次才是盆地沉积区。

二、生油岩的有机地球化学特征

1.有机质丰度

用有机碳和氯仿沥青“A”作为衡量有机质丰度的指标。碳酸盐岩生油岩的有机碳含量一般都在 0.08～0.1%左右，泥质岩生油岩为 0.3～0.5%左右，而氯仿沥青“A”的含量普遍较低，多数小于 100ppm。

各时代碳酸盐岩生油岩及泥质岩生油岩的有机质丰度见表 2-2-8 及表 2-2-9。

表 2-2-8　滇黔桂地区各时代碳酸盐岩生油岩有机质丰度统计表

生油岩层位	级别	有机碳（%）			氯仿沥青“A”（%）		
		最大值	最大值地点	平均值	最大值	最大值地点	平均值
T_2	Ⅰ	0.56	邱北阳起沟	0.08	0.0783	平坝羊昌河	0.0040
T_2	Ⅱ	0.80	百色龙银	0.13	0.0057	罗二井	0.0030
T_1y	Ⅰ	0.22	田林八渡	0.08	0.0390	平坝羊昌河	0.0040
T_1y	Ⅱ	0.07	邱北县	0.03	0.0058	田林八渡	0.0031
T_1f	Ⅰ	1.18	田阳西甲	0.08	0.0040	贞丰	0.0030
T_1f	Ⅱ	0.16	邱北县	0.07	0.0086	广南	0.0030
P_2	Ⅰ	1.09	文山磺厂	0.09	0.1269	文山磺厂	0.0046
P_2	Ⅱ	0.98	贵定闻江寺	0.06	0.0345	文山老龟冲	0.0033
P_1m	Ⅰ	5.67	威宁二塘	0.15	0.0492	凯里	0.0030
P_1m	Ⅱ	2.93	郎岱	0.05	0.0492	凯里	0.0022
P_1q	Ⅰ	2.66	郎岱	0.12	0.0152	贵阳乌当	0.0034
P_1q	Ⅱ	2.66	郎岱	0.07	0.0148	贵阳乌当	0.0038
C_{2+3}	Ⅰ	0.25	紫云火花	0.08	0.0092	罗平法本	0.0037

续表

生油岩层位	级别	有机碳（%）			氯仿沥青"A"（%）		
		最大值	最大值地点	平均值	最大值	最大值地点	平均值
C_{2+3}	Ⅱ	0.365	上林中云	0.08	0.0134	弥勒花口	0.0038
C_1	Ⅰ	0.818	里二井	0.19	0.0150	弥勒花口	0.0068
C_1	Ⅱ	0.82	里二井	0.10	0.0157	宣威熔峰	0.0036
D_3	Ⅰ	0.27	柳江	0.12～0.09	0.0243	惠水	0.0022
D_3	Ⅱ	0.26	马山	0.08～0.05	0.0104	石屏	0.0150～0.0051
D_2	Ⅰ	5.06	南丹	1.13	0.0220	惠水	0.0076～0.0039
D_2	Ⅱ	0.24	华宁盘溪	0.074	0.0440	都匀	0.0015～0.0039
D_1	Ⅰ+Ⅱ	3.10	上林	0.95	0.0052	隆林	0.0021～0.0039
S	Ⅰ+Ⅱ	1.85	威信	0.28	0.0416	凯里	0.0087
O_{2+3}	Ⅰ+Ⅱ	0.29	威15井	0.09	0.0317	小威	0.0116
O_1	Ⅰ+Ⅱ	0.49	四川五渡溪	0.10	0.0225	双流坝	0.0070
ϵ_{2-3}	Ⅰ+Ⅱ	0.90	秀山	0.14	0.0116	阳深一井	0.0049
ϵ_1	Ⅰ+Ⅱ	0.27	施秉	0.11	0.0698	余庆	0.0094
Z_2^2	Ⅰ+Ⅱ	0.30	清镇	0.09	0.0500	方深一井	0.0072
Z_2^1	Ⅰ+Ⅱ	1.09	遵义	0.26	0.0100	方深一井	0.0033

表 2-2-9　滇黔桂地区各时代泥质岩类生油岩有机质丰度统计表

生油岩层位	级别	有机碳（%）			氯仿沥青"A"（%）		
		最大值	最大值地点	平均值	最大值	最大值地点	平均值
T_2	Ⅰ	2.37	田林利周	0.32	0.0213	平坝羊昌河	0.0040
T_2	Ⅱ	3.88	巴马	0.23	0.0087	广南	0.0038
T_1y	Ⅰ	1.43	设一井	0.47	0.0185	设一井	0.0076
T_1y	Ⅱ	0.19	设一井	0.13	0.0057	田林八渡	0.0035
T_1f	Ⅰ	1.21	巴马	0.07	0.0097	广南	0.0026
T_1f	Ⅱ	0.06	坝一井	0.06	0.0100	广南	0.0030
P_2	Ⅰ	11.53	文山磷厂	0.35	0.0482	罗四井	0.0027
P_2	Ⅱ	6.79	清镇	0.43	0.0144	威宁拱桥	0.0021

续表

生油岩层位	级别	有机碳（%）			氯仿沥青"A"（%）		
		最大值	最大值地点	平均值	最大值	最大值地点	平均值
P_1q	Ⅰ	8.84	贵阳清镇	0.25	0.0697	凯里	0.0028
C_1	Ⅰ	3.07	沾益桃园	0.65	0.0210	柳城凉水井	0.0043
C_1	Ⅱ	3.07	沾益桃园	0.62			
D_3	Ⅰ	1.15	望谟	0.31～0.57	0.0400	盘溪鱼他得	0.0028
D_3	Ⅱ	0.22	环江	0.12	0.0086	盘溪鱼他得	0.0019
D_2	Ⅰ	1.52	来宾	0.48～0.74	0.0220	长顺	0.0063～0.0031
D_2	Ⅱ	9.46	南丹	2.57～0.064	0.0143	曲靖	0.0070～0.0011
D_1	Ⅰ	0.98	南丹	0.53	0.0195	惠水	0.0065～0.0039
D_1	Ⅱ	3.17	南丹	0.98	0.0165	曲靖	0.0073～0.0004
S	Ⅰ	2.67	四川来凤	0.95	0.0218	阳深一井	0.0078
S	Ⅱ	0.38	桐梓	0.15	0.0212	阳深一井	0.0074
O_{2+3}	Ⅰ+Ⅱ	6.47	凤冈马山	2.34	0.0373	小威	0.0083
O_1	Ⅰ+Ⅱ	0.89	洗车	0.15	0.0640	阳深一井	0.0116
ϵ_{2+3}	Ⅰ+Ⅱ	0.83	三都	0.21	0.0043	马龙	0.0031
ϵ_1	Ⅰ	4.27	三都	0.144	0.0990	余庆	0.0135
ϵ_1	Ⅱ	0.43	施秉	0.19	0.0138	余庆	0.0045
Z_2^1	Ⅰ+Ⅱ	2.05	湄潭	0.85	0.0146	三穗	0.0062

在下古生界最大的四个生油凹陷中，除巧家—布施凹陷外，碳酸盐岩生油岩的有机碳平均含量均在0.1%以上，但氯仿沥青"A"的平均含量只有松桃—酉阳凹陷区大于100ppm，其余三个凹陷区均不及100ppm，上古生界至中三叠统最大的五个生油凹陷，除十万大山凹陷区碳酸盐岩生油层有机碳含量低于0.08%，泥质岩生油层有机碳含量低于0.3～0.4%外，其余凹陷均高于上述数值，但各凹陷的氯仿沥青"A"含量也都不到100ppm。

从地层时代看，以下寒武统及奥陶、志留系生油层的有机质丰度较高，中上石炭统及三叠系较低。

在油苗比较集中分布的地区生油层，有机质含量，特别是氯仿沥青"A"的含量一般都比较高，如黔东凯里地区的下古生界和泥盆系、二叠系，牛首山古陆东侧的上古生界，桂北罗城一带的石炭系，十万大山崇左地区的二叠系等生油层。但在沥青比较集中分布的地区和层位中，有机碳含量可以不低，而氯仿沥青"A"的含量一般都比较低，这与有机质的成熟度有关。有机质随着演化程度的增高，一进入高成熟和过成熟阶段，氯仿沥青"A"的含量就急剧下降。因此在滇黔桂海相沉积区，面对有机质成熟度普遍偏高的情况，对生油层的鉴别，就

不宜强调用氯仿沥青"A"含量或总烃含量这一常规指标。否则，有可能将不少地史中作过贡献的生油层被划在外。

2.有机质类型

母质类型分为三大类，即腐泥型、过渡型及腐植型。有机质类型的划分，系以干酪根镜下鉴定资料为主，并参考了热解色谱的类型指数、红外光谱分析、干酪根元素分析及氯仿沥青"A"组分分析等项资料。由于不少划分母质类型的指标，受成熟度的影响颇大，故在具体划分时，对形成不同有机质类型的环境条件和地质背景也进行了分析。对过成熟阶段生油层中有机质类型的划分，主要由镜下鉴定资料判定。选用的指标如表 2−2−10。

表 2−2−10 滇黔桂地区划分有机质类型参数指标简表

类型	腐泥型	过渡型	腐植型
镜下特征	无明显外形轮廓，呈云雾状、絮状或不规则状	具腐泥型和腐植型两种特征	具外形轮廓，呈条状、片状、棱角状
H／C 原子比	>1.25	1.25～0.85	≤0.85
O／C 原子比	<0.8	0.8～1.5	>1.5
热解烃类型指数 S_2/S_3	>5.5	5.5～3.0	<3.0
红外光谱分析 $\frac{1460cm^{-1}}{1600cm^{-1}}$	»1	1±	«1
饱和烃／芳香烃	>2.5	2.5～1.0	1.0～0.5

本区下古生界均属海相沉积，海相生物发育，陆源有机物含量小。从地史发展和生物演化的角度看，当时还没有高等陆生植物出现，即使有陆源有机物掺入，也仅限于低等植物，缺乏木质素、纤维素之类的高等植物成分。根据暗色页岩的镜下观察，常见到藻类与细菌遗体，而无镜煤与丝碳结构的痕迹。红外光谱分析表明，多数样品 $2920cm^{-1}$、$2855cm^{-1}$、$1460cm^{-1}$、$1380cm^{-1}$ 的吸收峰强，$1460cm^{-1}$ 与 $1600cm^{-1}$ 之比值大于 1，$720cm^{-1}$ 大于 $750cm^{-1}$ 等，显示了有机质的腐泥型特征。下古生界各系的饱和烃与芳香烃比值，平均达到 2.74～4.99。凯里地区的下古生界处于有机质的成熟期，下奥陶统和下、中志留统的氢碳原子比（H／C）分别为 1.49～1.63 及 1.25～1.49，饱和烃与芳香烃的比值分别为 2.90～2.93 及 2.45～2.50。干酪根电镜扫描资料表明，9 个样品中，有 7 个显示腐泥型特征。根据上述资料，说明本区下古生界的有机质类型应属腐泥型。

上古生界及下、中三叠统的有机质类型则比较复杂。

泥盆系泥质岩生油层中的有机质类型多为腐植型或过渡型，而碳酸盐岩生油层中的有机质多为腐泥型，部分为过渡型。盆地相区的生油岩，有机质类型以腐泥型为主。

石炭、二叠系盆地相、槽盆亚相及广海陆棚相的生油岩，其有机质类型以腐泥型为主；

台地沉积区有机质类型多为过渡型；靠近古陆边缘的台地相及滨岸相有机质类型多具有腐植型特征。三叠系台地沉积区的碳酸盐岩生油岩以腐泥型为主，而泥质岩生油层则具有较多的过渡型特征。本区三叠系盆地相区的有机质以腐植型为主，这可能是本区三叠系浊流沉积所致。

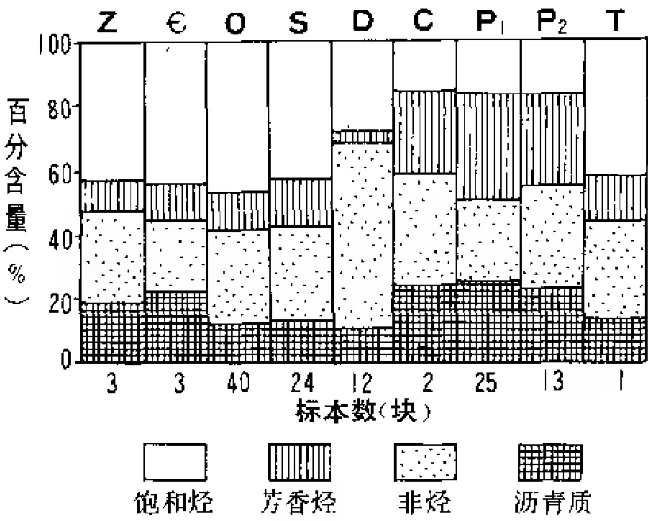


图 2-2-10 贵州地区各时代氯仿沥青"A"族组分平均百分含量结构图

对贵州各时代地层中氯仿沥青"A"族组分的平均含量进行统计并作图（图 2-2-10），下古生界及三叠系的饱和烃加芳香烃含量均大于 50%。饱和烃与芳香烃的比值 2.74～4.30，显示了腐泥型有机质特征。上古生界的饱和烃加芳香烃含量均小于 50%，泥盆系的总烃含量低，但饱、芳比都高达 7.43。石炭、二叠系的饱、芳比仅为 0.52～0.64。贵州的石炭、二叠系均有含煤地层分布，说明有较多的腐植型有机质存在，但碳酸盐岩生油层中的有机质还是以腐泥型为主。

3.有机质成熟度

生油层有机质成熟度的划分，所采用的标准如表 2-2-11。

表 2-2-11 滇黔桂地区生油岩有机质成熟度划分标准简表

成熟阶段		代号	镜质体反射率 (R_o) (%)	煤阶	煤挥发分 (%)	牙形石色变指数 (CAI)	有机岩热后峰温度 (℃)
未成熟		Ⅰ	<0.65	泥炭—褐煤	>45	<1.5	<510
成熟		$Ⅱ_1$	0.65—1.35	褐煤—气煤	45—25	1.5—2.0	510—570
高成熟		$Ⅱ_2$	1.35—2.00	肥煤—焦煤	25—13	3.0	570—610
过成熟	早期	$Ⅲ_1$	2.00—2.50	焦煤—瘦煤	13—8	4.0	610—630
	中期	$Ⅲ_2$	2.50—3.00	贫煤—无烟煤	8—5	4.0	630—650
	晚期	$Ⅲ_3$	>3.00	无烟煤	<5	>4.0	>650

对不同地区和不同层位的生油层，在进行成熟阶段的划分时，根据其实际资料情况，还应用了干酪根或沥青的 H／C 原子比、热解色谱，干酪根红外、氯仿沥青"A"含量等项资料。

贵州古生界的有机质成熟度划分，系以镜质体反射率为主，参照了二十项指标，其划分标准见图 2-2-11。此标准的拟定，大致有两个途径：第一个途径是，低演化阶段，以凯里地区的资料为主；高演化阶段，以惠水王佑或赤水地区的资料为主，将高低不同两个演化地区的实际资料连接起来，以构成一个比较完整的演化系列。氯仿沥青“A”、岩石热解色谱、干酪根红外等方面的指标就是这样拟定的；第二个途径是，根据全省的有关资料，利用统计和数学回归的方法，找出指标之间的对应关系，以拟定“划分标准”，煤和沥青方面的指标就是这样拟定的。二十项指标中，干酪根 H／C 原子比、沥青反射率、气体组分、油和气的比重等项指标，由于资料较少或规律性较差，未列入“划分标准”中。经历埋深，经历温度和时温指数均系恢复和计算的结果，在“划分标准”中列出以便对照。

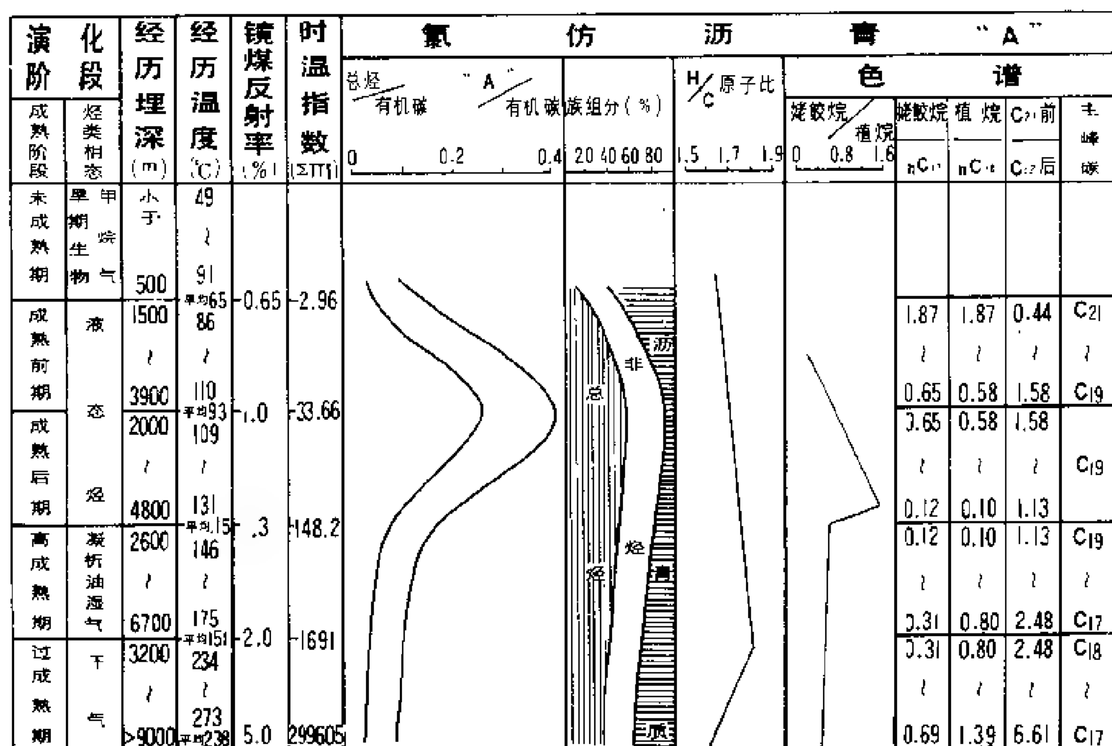


图 2-2-11（a） 贵州地区各时代生油层演化阶段划分标准图

油气演化各阶段所需要的经历埋深与经历温度：在恢复埋藏史和温度史的基础上，以镜质体反射率和时温指数为标准，研究不同地温梯度区油气演化各阶段所需的经历埋深与经历温度，结果如表 2-2-12。

同是生油开始，如果地温梯度为 4.5℃／100m，那么经历埋深只需 1500 米。如果地温梯度为 2℃／100m，则经历埋深需 2300 米。也即是说，同一演化阶段，地温梯度高的地区，所需经历埋深小，而地温梯度低的地区，则所需经历埋深大。同样，如果经历埋深都是 4000 米，地温梯度 2℃／100m 的地区仍处在“生油窗”范围，地温梯度 2.5℃／100m～3.5℃／100m 的地区已进入凝析油湿气阶段，而地温梯度 4℃／100m～4.5℃／100m 的地区则已进入干气阶段了。也即是说，在同一经历埋深的条件下，地温梯度越高的地区，则所达到的演化阶段越高。无论是那一个演化阶段，低地温梯度区的有利埋深分布范围都比高地温梯度区大，如地温梯度 2℃／100m 的地区，“生油窗”埋深从 2300 米到 4800 米，分布范围为

2500 米，而地温梯度为 4.5℃／100m 的地区，“生油窗”埋深从 1500 米到 2600 米，分布范围仅 1100 米。这一规律说明，在油气已成熟的地区进行勘探，考虑到油气分布井段的长短，以选择低地温梯度区更为有利。

在时温指数（*TTI*）研究的基础上，根据各生油层所经历的时间和温度，用康南（1974 年）的方法，研究高成熟阶段以后的时温关系，作回归计算，结果如表 2-2-13。

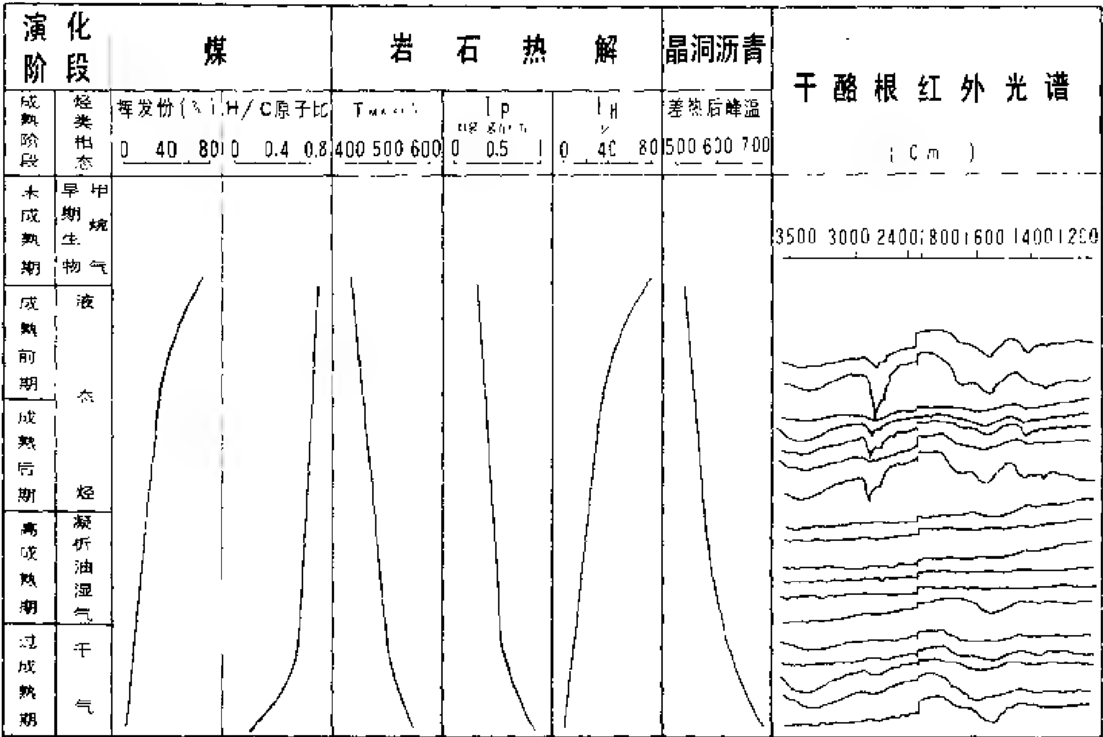


图 2-2-11（b） 贵州地区各时代生油层演化阶段划分标准图

表 2-2-12 滇黔桂地区生油岩油气演化阶段经历埋深及经历温度情况简表

演化阶段	镜质体反射率 R_o (%)	经历温度范围 (℃)	平均经历温度 (℃)	经历埋深 (m) 地温梯度（℃／100m） 2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5
生油开始	0.65	49～91	65	2300	1750	1600	1500	1500	1500
生油高峰	1.0	86～110	93	3900	3000	2700	2400	2100	2000
生油结束	1.35	109～131	115	4800	3900	3400	3000	2700	2600
凝析油湿气	2.0	146～175	151	6700	5100	4600	4100	3600	3200
干气	5.0	234～273	238	>9000	>9000	7900	7000	6100	5300
可能的干气	7.0	286～305	266	>10000	>10000	9200	8100	7100	6100

表 2-2-13　贵州地区生油层高成熟阶段以后的时温关系计算表[1]

演化阶段	回归方程	相关指数	资料点数	作者
生油高峰	$\lg t=3014\frac{1}{T}-6.499$	0.9035	12	康南（1974 年）
生油结束	$\lg t=3662\frac{1}{T}-6.919$	0.9231	13	贵州石油科研所（1984 年）
湿气结束	$\lg t=4117\frac{1}{T}-7.132$	0.7820	15	
干气	$\lg t=7120\frac{1}{T}-10.835$	0.8258	10	

1 式中 t 为时间，以百万年计；T 为绝对温度。

经对区内井下和地面 12 个地区 20 个油气苗资料检验，结果吻合如图 2-2-12，说明此结果有一定可靠性。

有机质成熟度分区：区内上震旦统至石炭系，生油层有机质大部分已处于过成熟阶段，只有江南古陆西缘、牛首山古陆东缘，以及柳城、文山等局部地区为成熟至高成熟阶段。下二叠统的成熟区与过成熟区分布范围约各占一半，上二叠统至中三叠统成熟区的分布面积大于过成熟区。各层系生油岩有机质成熟度变化情况，大致是由中部的南盘江坳陷、黔南坳陷、黔北地区一线，分别向东和向西由过成熟降低为高成熟以至成熟，这可以从图 2-2-13、图 2-2-14、图 2-2-15 及图 2-2-16 中看到。

成熟度分区的结果表明，地层由新到老，成熟区的范围缩小，而过成熟区的范围增大（表 2-2-14），生油层时代越老，有机质的成熟度越高，但泥盆—石炭系由于黔东北的低演化区缺失沉积或剥蚀，故有例外。油苗多存在于成熟区内，过成熟区只有气苗及沥青显示。

从有机质成熟度的角度看，二叠和三叠系有机质处于成熟阶段的领域比较广阔，石炭系以下地层处于成熟阶段的领域很狭小，但是，结合本区的地质特点，二叠系、三叠系大面积暴露地表，而石炭系以下地层处于成熟阶段的地区，也缺乏大范围的保存的条件。区内有机质成熟度偏高，实际上是找油的地区变小。

表 2-2-14　滇黔桂地区各时代生油岩成熟度分布面积统计表

地层	总面积 (km^2)	成熟区（Ⅱ$_1$）		高成熟区（Ⅱ$_2$）		过成熟区（Ⅲ）	
		面积 (km^2)	面积 %	面积 (km^2)	面积 %	面积 (km^2)	面积 %
T_2—P_2	379560～44080	230760～87880	61～20	80000～151160	21～34	68800～201040	18～46
P_1	348400	1212960	33	63640	18	171800	49
C—D	447640～419740	12120～2960	3～1	56080～21920	13～5	379440～394860	84～94
S—O	13340	10380	8	19080	14	103980	78
C—Z_2	239880	17200	7	8700	4	213980	89

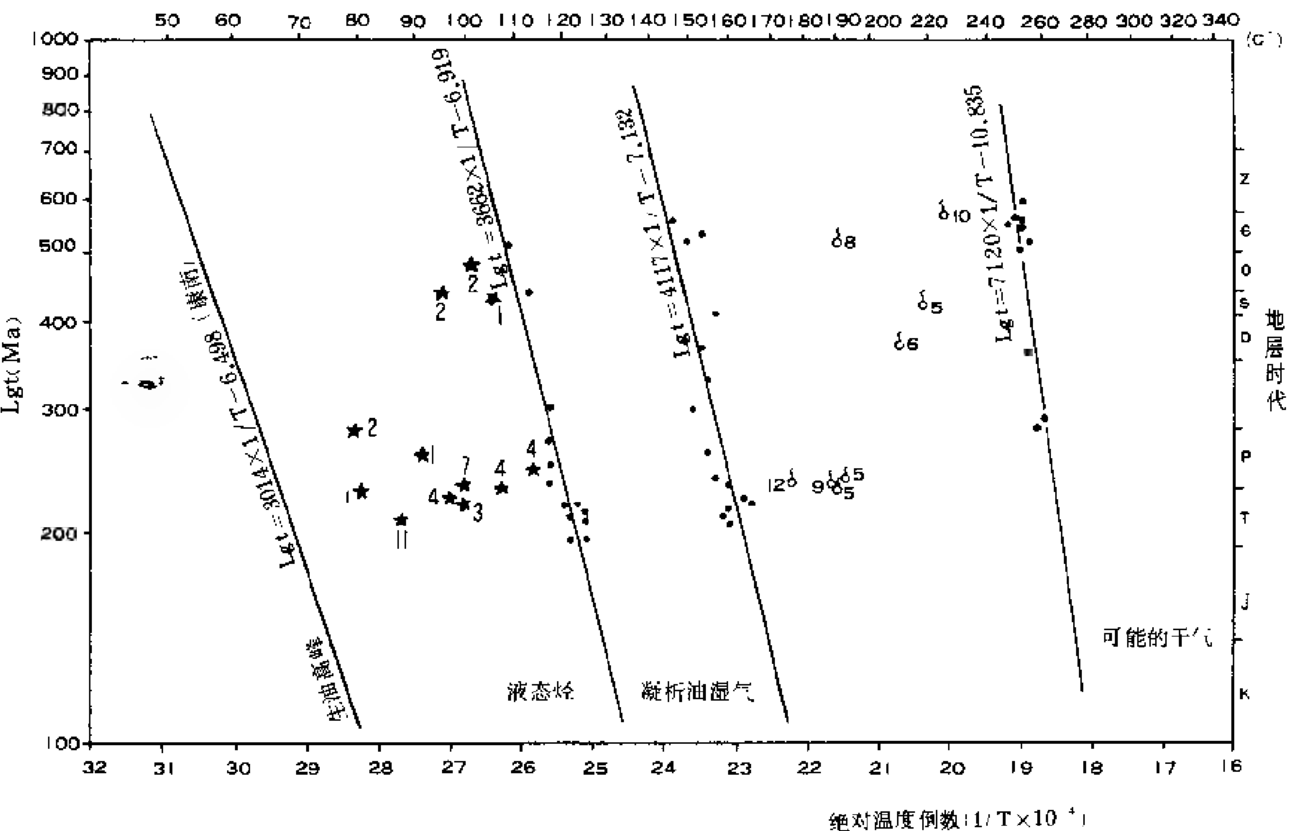


图 2-2-12　贵州地区各时代生油层高成熟阶段以后的时温关系图

1—石阡本庄（T_1、P_1、S）；2—凯里虎庄（P_1、S、O_1）；3—贵阳倪儿关（T）；4—瓮安洗马（T_1、P_2、P_1）；5—赤水太和（T_1、P_1、S）；6—惠水王佑（D_2）；7—六枝地宗（P_2）；8—桐梓庙村（$\in_{2-3}$）；9—大方（P_2）；10—开阳904[#]（Z_2）；11—平坝羊昌河（T_2）；12—破头山1号井（P_2）

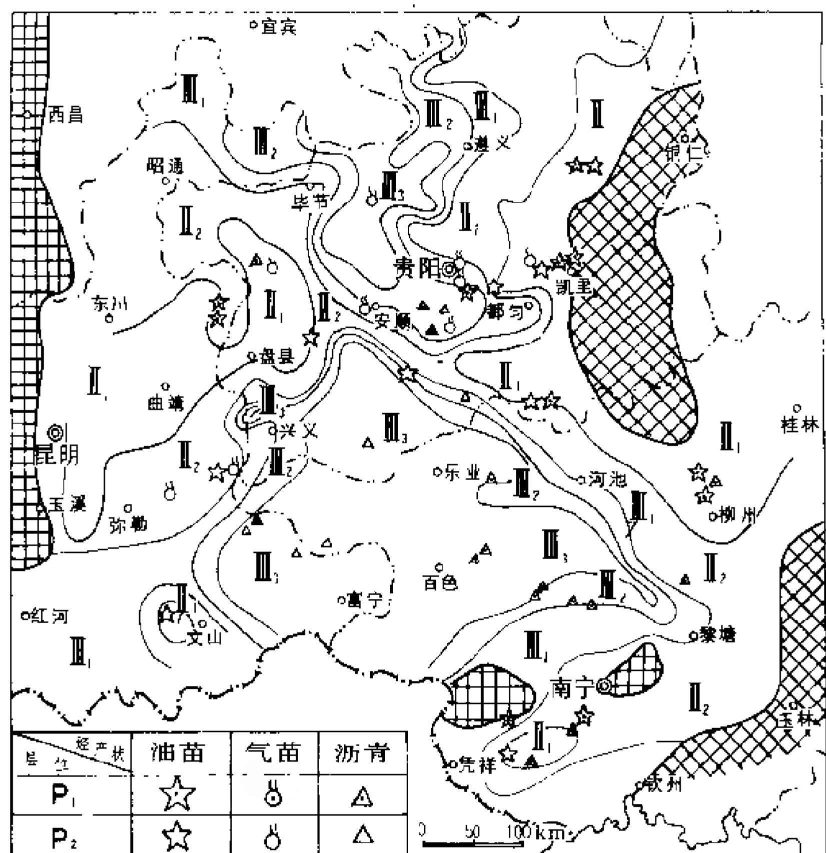


图 2-2-13 滇黔桂地区二叠系上统生油岩有机质成熟度分区图

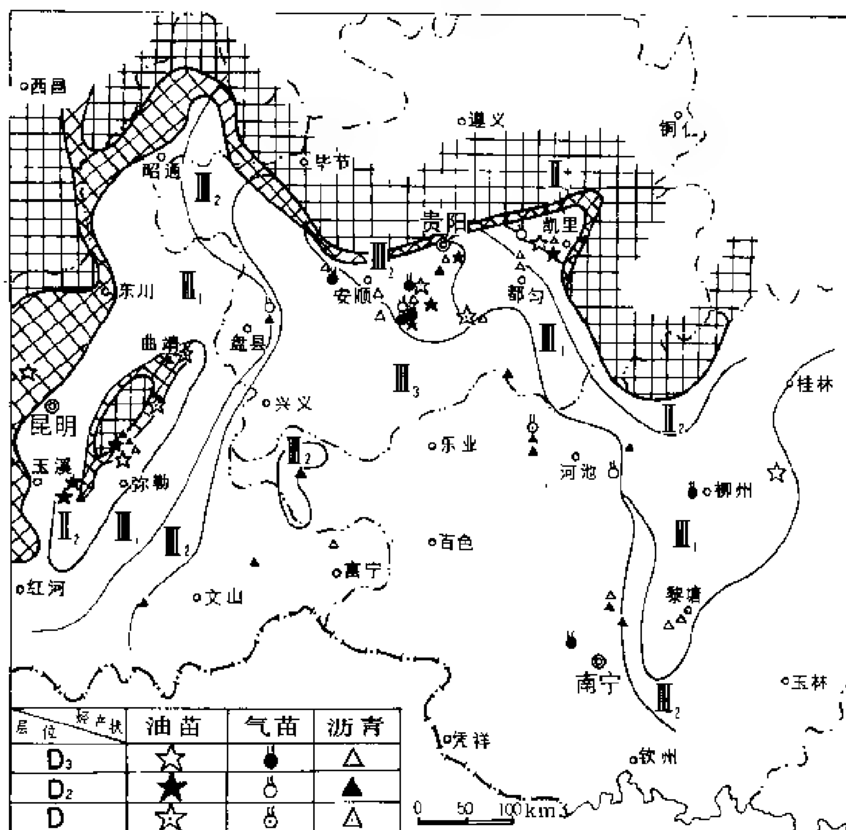


图 2-2-14 滇黔桂地区上泥盆统生油岩有机质成熟度分区图

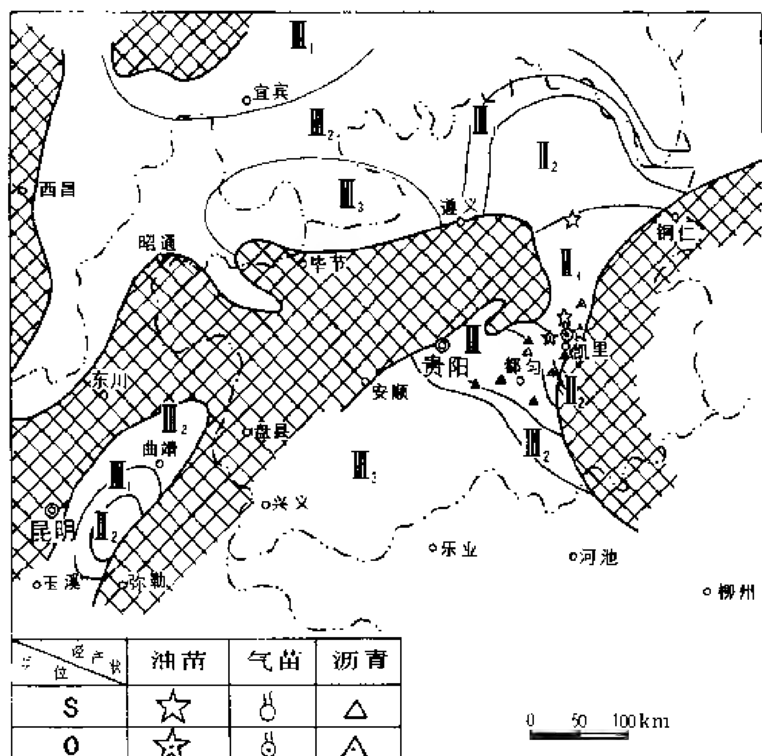


图 2-2-15 滇黔桂地区志留系生油岩有机质成熟度分区图

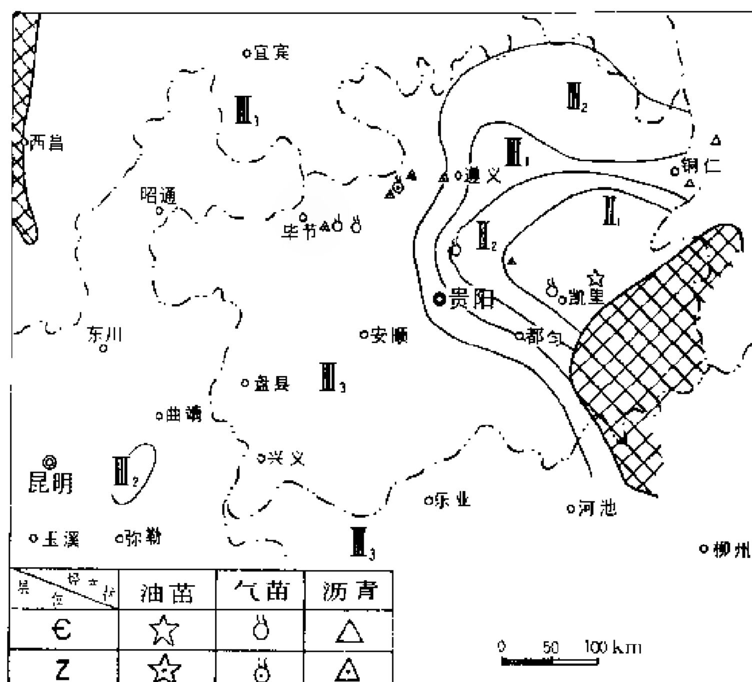


图 2-2-16 滇黔桂地区寒武系生油岩有机质成熟度分区图

(图 2-2-13，图 2-2-14，图 2-2-15，图 2-2-16 中的罗马字编号见表 2-2-11)

三、主要成油期与古构造的配置关系

1.时温指数（TTI）与实测镜质体反射率（R_o）的关系及应用

在恢复地层埋藏史和温度史的基础上，利用时温指数（TTI）的方法，研究地史中油气的生成与演化，以成油高峰期为主要成油期。在应用时温指数的过程中，采用了四川石油研究院生油室根据油1井、关基井、女基井所作的TTI值与实测镜质体反射率的回归分析结果：

$$\lg TTI = 6.7304\lg R_o + 1.1722$$

相关系数 $\gamma = 0.98$

此结果后来随着资料的增加，根据四川盆地9口井58对 TTI 与 R_o%的数据，重新进行计算，结果如下：

$$\lg TTI = 5.6504\lg R_o + 1.5271$$

相关系数 $\gamma = 0.99$

根据此结果计算出 R_o%与 TTI 值的对应关系如表2-2-15。

表2-2-15 滇黔桂地区镜质体反射率（R_o%）与 TTI 值对应关系简表

成油期	生油开始	生油高峰	生油结束	湿气结束
R_o%	0.65	1.00	1.30	2.00
TTI 值	2.96	23.66	148.22	1690.56

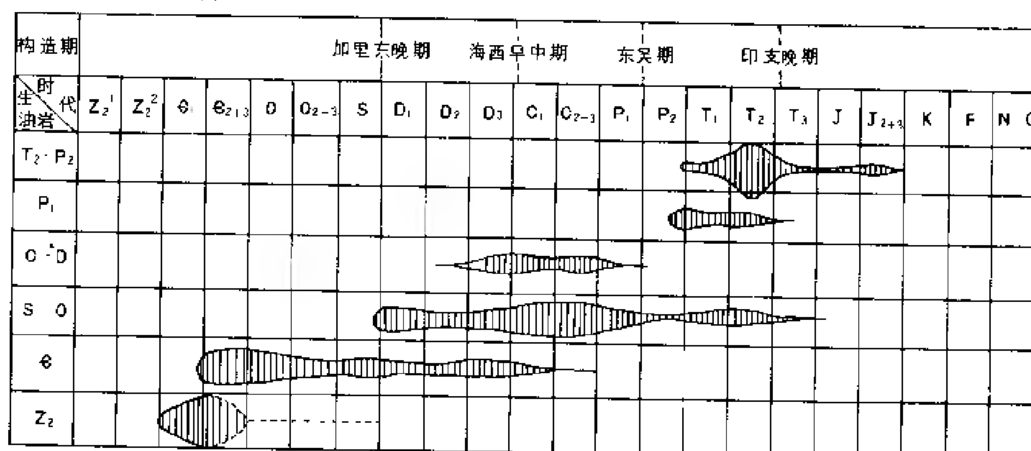
用时温指数方法对区内具代表性的点计算成油期以后得知：上震旦统及寒武系主要在中寒武世末至志留纪末进入开始生油和生油高峰期。奥陶—志留系的计算点主要集中于黔东及黔北地区，与泥盆—石炭系类似，主要在晚石炭世末开始生油。二叠系—中三叠统生油组系主要在中三叠世末开始生油。

尽管生油层的成油期由于时间、温度、埋深等条件的区别，不同时代的生油层和不同地区的生油层，其成油期也不同，但从表2-2-16的统计资料中可以看出，多数生油层是在早三叠世中期至中三叠世末期进入生油高峰，早三叠世末期至中晚侏罗世进入湿气结束阶段。

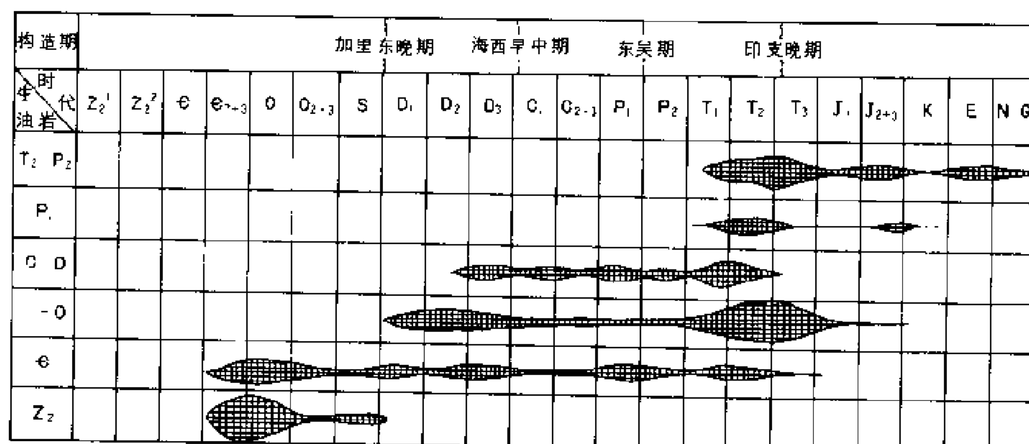
表2-2-16 滇黔桂地区各层系生油岩进入生油期时间统计简表

生油层时代	生油高峰			湿气阶段		
	最早进入	大部分地区进入	最晚进入	最早进入	大部分地区进入	最晚进入
T_2 P_2	T_1中	T_2末	现今	T_2中	T_3中	现今
P_1	T_1初	T_2中	K早	T_2初	T_2末	现今
C—D	D_2中	T_1中	T_2末	C_1初	T_1末	现今
S—O	D_1初	T_2末	K早	C_1初	J_{2-3}中	现今
Є	$Є_{2+3}$末	O_1初	J_1初	D_2初	J_{2-3}初	现今
Z_2	Є初	$Є_{2+3}$末	D_1初	$Є_{2+3}$初	T_1末	J末

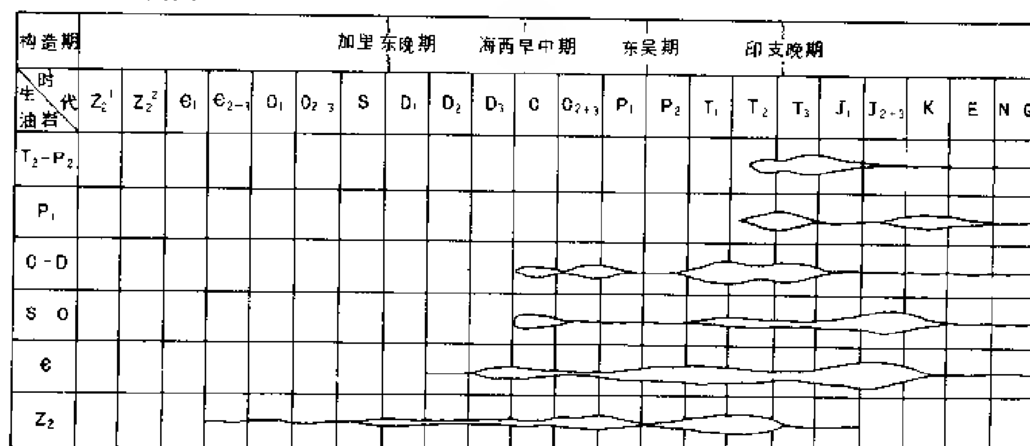
A 开始生油



B生油期



C湿气结束



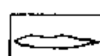
 开始生油  生油高峰  湿气结束

图 2-2-17 滇黔桂地区上震旦统至中三叠统各组系生油岩油气演化史图

2.生油高峰期与古构造的配置关系

各时代生油层的生油高峰期与古构造变动期之间大致有这样的关系：上震旦统及寒武系生油高峰期一般在加里东晚期；奥陶、志留系生油层在黔东南地区生油高峰处于海西早期，而黔西北及滇东北地区生油高峰处于印支晚期；泥盆、石炭系生油层生油高峰期在海西中期至东吴期；二叠系及下、中三叠统生油层，其生油高峰期均在印支晚期（图 2–2–17）。

利用厚度叠加法和编制古地质图的方法，研究古构造发展。前泥盆纪古地质图（图 1–4–3）表明，加里东晚期的古构造在扬子区以大范围的隆起和坳陷为特征，西有康滇古陆，东有江南古陆，中部的黔中隆起可能向西南延伸与牛首山隆起相接，在这些正向构造间分布着滇黔北部坳陷、黔南坳陷、武陵坳陷等负向构造，这一古构造面貌控制了下古生界油气运聚的方向。

黔东南地区奥陶、志留系的生油高峰期在海西早期，而此时的古构造面貌总的看来与加里东晚期是一脉相承的，而生油凹陷也基本上继承了寒武系的状况，仍主要分布于黔中隆起与江南古陆之间的凹陷地带，因此，地处江南古陆及黔中隆起两正向构造和武陵坳陷及黔南坳陷两负向构造之间的石阡—凯里—麻江地区，位于构造“鞍部”，就成了油气运聚较好的指向位置。麻江古油藏的形成，也可能是与此有关。

海西早、中期的古构造面貌为一向北凸出近东西向的构造盆地，隆起区在桂林—贵阳—昭通—昆明这一弧线以北，桂东南亦为隆起区。盆地北部沿桂林—罗甸—水城—盘县一带呈一东西向舒展的“反 S 形”槽地，泥盆、石炭系的生油凹陷带基本上沿此槽地分布，此期生成的油气，运移指向基本上向南北隆起区，而与生油岩临近的礁相沉积区将是有利的聚集场所。

印支晚期的古构造面貌变动较大。昆明—西昌一带是一个南北向隆起区。以小江断裂为界，以东地区则为北东向隆起坳陷相间的面貌。东南部的十万大山地区，为北东向的断褶隆起带，伴有花岗岩侵入。北部为范围较大的泸州隆起。黔北和滇东北的奥陶、志留系生油岩，此时正处于生油高峰期。下二叠统生油凹陷及泥质岩类生油岩主要分布在泸州隆起南倾大斜坡上，泸州隆起区可能是此时油气运移的主要指向地区，位于此南倾大斜坡上的合适圈闭也可成为油气聚集的有利部位。南盘江坳陷的南翼，百色—文山间的上倾斜坡，虽然构造部位对油气运移有利，但由于该区缺乏生油凹陷，油源条件较差，油源与构造二者配置关系不理想。由于印支晚期的构造对以前各期古构造的显著改造，它不仅控制本期生成油气的分配，同时也导致前期油气的再分配。

侏罗纪末—晚白垩世前的燕山运动，是本区盖层最强烈的一次褶皱运动，它在印支晚期形成的构造背景上，形成了地表的强烈褶皱和纵横交错的断层，经喜山运动的强烈抬升和剥蚀，形成现今的构造面貌。燕山、喜山期形成的局部构造圈闭和其它类型圈闭，应是油气后期聚集的场所。

第三节 储 集 层

一、储集层的岩石类型

储集层的岩石类型分为碳酸盐岩和砂岩两大类，每类又分为两级。

碳酸盐岩储集层：

Ⅰ级：碳酸盐岩孔洞层。

Ⅱ级：粗结构碳酸盐岩。

所谓粗结构碳酸盐岩，系指鲕状石灰岩、粒屑石灰岩、生物灰岩、生物屑石灰岩、礁灰岩、细晶以上的石灰岩、细粉晶以上的白云岩等。

砂岩储集层：

Ⅰ级：连通孔隙率＞10%。

Ⅱ级：连通孔隙率＜10%～5%。

二、碳酸盐岩储集层

本区碳酸盐岩储集层广泛发育，发育层位主要为上震旦统灯影组，中上寒武统娄山关群，下奥陶统的桐梓组及红花园组，上古生界各层系一般都有碳酸盐岩储集层分布，其中又以上泥盆统、中、上石炭统及下二叠统为最发育。下、中三叠统的碳酸盐岩储集层主要发育于扬子准地台区。

碳酸盐岩储集层大多分布于台地和台地边缘沉积区，盆地沉积区分布少。生物礁是区内一种重要储集层。

按储集性能的差别，可将碳酸盐岩储集层分为四种岩类，即石灰岩、碎屑碳酸盐岩、白云岩及碳酸盐岩孔洞层四类。各类的孔隙度值如表2-2-17。其中以碳酸盐岩孔洞层为最好，次为白云岩和碎屑碳酸盐岩，石灰岩最差。

表2-2-17　滇黔桂地区各类碳酸盐岩储集层物性统计表

岩类	标本数（个）	孔隙度（%）		
		最大值	最小值	平均值
石灰岩	1055	17.31	0.32	1.62
碎屑碳酸盐岩	474	23.96	0.55	2.29
白云岩	538	25.80	0.25	4.03
碳酸盐岩孔洞层	79	27.93	0.60	6.61

储集性能较好的碳酸盐岩孔洞层和白云岩从现有资料来看，主要发育于上震旦统灯影组，中、上寒武统娄山关群及下奥陶统的桐梓组和红花园组。它们不仅厚度较大，而且在扬子准地台区的广大台地相区分布比较稳定。以中、上寒武统储集层发育为最好，具有储集性的碳酸盐岩孔洞层和白云岩厚度大，平均厚度可达221.44米和366.76米，其次是上震旦统灯影组，碳酸盐岩孔洞层平均厚为86.01米，白云岩平均厚为89.76米。下古生界各层不同类别储集层的平均厚度统计如表2-2-18。

上古生界的碳酸盐岩孔洞层比较少见，白云岩储集层在上泥盆统和中、上石炭统于部分地区发育，但变化较大。上二叠统碳酸盐岩相区于该层顶部常出现一套白云岩，分布较广，物性较好，最大厚度在田林一带，厚为94.91米，在南盘江地区厚为20～30米，较稳定。

上古生界和下、中三叠统碳酸盐岩储集层的主要分布地区及厚度如下：

中三叠统：厚为100～500米。主要分布于乐业断阶南部，长顺凹陷东南部，安龙断阶北部及设里宽向斜中段。

下二叠统永宁镇组：厚为100～400米。主要分布在来宾凹陷中南部，设里宽向斜西部，兴仁凸起中部。

下三叠统飞仙关组：厚为100～200米。主要分布在黔中滇东隆起东部，右江断凹西南部，大明山隆起北部。

上二叠统：厚为50～200米。主要分布于南盘江坳陷。

下二叠统茅口组：厚为100～400米。主要分布于普安断凹—兴仁凸起及柳城凹陷—来宾凹陷。

下二叠统栖霞组：厚为50～150米。主要分布于兴仁凸起—安龙断阶及乐业断阶西侧。

中、上石炭统：厚为100～500米。主要分布于兴仁凸起—安龙断阶及桂中坳陷。

下石炭统：厚为10～40米。主要分布于马关凸起东部，黔南坳陷，水城断凹—普安断凹。

上泥盆统：厚为100～400米。主要分布在大明山凸起，桂中坳陷，黔南坳陷。

中泥盆统：厚为100～400米。主要分布在黔南坳陷，桂中坳陷，设里宽向斜，文山凸起。

下泥盆统：厚为100～500米。主要分布在桂中坳陷—大瑶山隆起。

表2-2-18　滇黔桂地区下古生界各类碳酸盐岩储层厚度统计表

时代	石灰岩 (m)	碎屑碳酸盐岩 (m)	白云岩 (m)	碳酸盐岩孔洞层 (m)	累计厚度 (m)
S	7.28	15.81	1.5	—	24.59
O_{2+3}	13.47	34.84	—	—	48.31
O_1	25.87	66.43	51.95	78.38	222.63
ϵ_{2+3}	12.91	154.89	366.76	221.44	756.00
ϵ_1	23.81	28.27	54.33	18.44	124.85
Z_2^2	—	129.39	89.76	86 01	305 16
Z_2^1	—	16.31	15.57	5.93	39.81

三、生物礁的储集性

生物礁石灰岩作为储集层，以其孔隙发育而受到重视。生物礁油气藏在世界上已成为一种重要的油气藏类型。本区各时代地层中多有礁灰岩分布，遵义、金沙一带上震旦统灯影组中发育贝加尔叠层石点礁群；遵义、金沙、习水、纳雍一带下寒武统明心寺组中见古杯礁，但规模较小，为层状或凸镜状点礁；黔东北的石阡、凤岗一带，下志留统石牛栏组中，见较多的造礁生物，以藻为主，还有珊瑚、苔藓虫和层孔虫等，在礁体的晶洞型孔隙中常含有轻质原油。晚古生代的泥盆纪和二叠纪是两个重要的造礁期。泥盆系的生物礁主要发育于中统，造礁生物以层孔虫和床板珊瑚为主，规模较大者厚为92米～900米，多富含沥青，著名者如南丹大厂的环礁，独山布寨的台地边缘礁，普安罐子窑和西林石炮周邦沟的生物礁等，此外，独山大河口水电站、紫云猫营下小桥、赫章芹菜园子、环江上湖北山、广西北流

等地也有规模较小的点状或层状礁出露。二叠系中已发现礁体露头 26 处，厚为 104～510 米，造礁生物以海绵为主，次为藻类和苔藓等，富含沥青，著名者如紫云石头寨和册亨赖子山等地的台地边缘礁，广西凌云的台丘环礁，宁明亭亮的堤礁等。二叠系的生物礁主要分布于中统，沿碳酸盐岩台地相与浊流沉积的盆地相之间的相变带分布，礁露头断续出露，长达数百公里，为台地边缘堤礁，造礁生物以藻为主，沿此堤礁带，有较多的油苗分布于晶洞裂隙中。罗甸板庚，盆地相中还发现厚为 291 米的台丘环礁。

生物礁研究的结果表明，大多数礁体露头中都含有一定量的石油或沥青物质，这说明生物礁是有过油气聚集过程的，是值得重视的一种储集岩类型。部分礁灰岩的孔隙度测定数据如表 2-2-19。

表 2-2-19　滇黔桂地区部分生物礁物性特征简表

地点	时代	岩性特征	孔隙类型	标本数(个)	实测孔隙度(%)	渗透率($\mu m^2 \times 10^{-3}$)
遵义松林	Z_2	叠层藻白云岩	晶间孔、微裂缝为主	48	7.28(中位值)	<0.1
织金鹅寨	C_1^2	古杯礁灰岩	晶间孔、微裂缝	1	24.08	<0.1
石阡、思南	S_1	生物礁滩灰岩、生物碎屑灰岩	体腔孔、晶间孔微裂缝	10	1～3	<0.1
南丹大厂555孔	D_{1+2}	礁灰岩		21	1～4.4	<0.1
宁明亭亮	P_1^m	礁灰岩、礁角砾岩	体腔孔、粒内孔、溶蚀孔	40	0.88～2.39	<0.1
贵州紫云	P_1^m	礁灰岩、礁角砾岩	晶间孔、微裂缝	17	3.04～4.13	<0.1
贵州青岩	T_2	前礁相礁灰岩礁角砾岩	体腔孔、粒内溶孔		7.8	<0.3
贵州青岩	T_2	礁核相礁灰岩	格架孔、晶间孔		7.5	0.9

由于样品多有沥青充填，故实测的孔隙度均偏小，若按蒙自老寨、开远阿泽、宁明亭亮及来宾歇郎等地样品，包括沥青充填的孔隙在内，"面孔隙度"值竟可高达 12.7%～25%。四川圣灯山气田隆 10 井下二叠统生物灰岩的实测孔隙度为 1.35%，建南气田建 40 井上二叠统礁白云岩 139 块样品实测的平均孔隙度为 3.89%，对比之下，本区礁灰岩的孔隙性并不

算低。

生物礁孔隙可分原生孔隙、成岩孔隙及成岩期后孔隙三类。原生孔隙是生物礁岩的重要孔隙之一，成岩孔隙对生物礁岩而言并不是主要孔隙类型，成岩期后孔隙对油气的赋存起着重要作用，上二叠统礁体顶部的孔隙特别发育，原因就在于此。

大量的实际资料说明，礁体中孔隙的发育是不均匀的，一般来讲，礁核及礁前部位是原生孔隙发育最好的部位，以粗结构的石灰岩为主；其次是礁体生长发生间断的顶部，经过充分淋滤作用和白云化作用，是各种成岩期后溶蚀孔隙发育的有利部位。

四、砂岩储集层

本区的砂岩储集层主要分布于下寒武统，下、中志留统，下、中泥盆统，下石炭统及上二叠统。分别叙述于下：

下寒武统的砂岩储集层主要分布于明心寺组和金顶山组，厚为50～400米，以黔东北和滇东黔西为最发育。经统计，粉砂岩的孔隙度平均为10.83%左右，细砂岩的孔隙度平均8.45%，瓮安朵丁下寒武统中曾发现沥青砂岩，是储集层中的油经氧化的结果。

下、中志留统是一套碎屑岩沉积，碳酸盐岩仅发育于石牛栏组的下部，因而砂岩储集层较碳酸盐岩储集层发育。砂岩储集层主要分布于滇东北、黔东北及黔南三地区，厚度为78～274米，以黔东北地区最厚，孔隙度一般都在5.69～9.50%之间。在凯里地区，曾在一些井下石英砂岩中获少量油气，都匀、麻江等地志留系砂岩中普遍含有大量沥青，表明志留系砂岩具有较好的储集性。

下、中泥盆统的砂岩储集层，从粉砂岩到粗砂岩均有，在黔南及桂中地区较发育，根据砂岩储集层的级别划分，黔南地区下统无Ⅰ级储集层，Ⅱ级储集层厚为152米；中统Ⅰ级储集层厚为76米，Ⅱ级储集层厚为213米。桂中地区下统Ⅰ级储集层厚为45米，Ⅱ级储集层厚为251米；中统Ⅰ级储集层厚为59米，Ⅱ级储集层厚为130米。

下石炭统的砂岩储集层以荔波、威宁及路南三个地区较发育，前两区大致平行古陆，后一区呈北北东向展布。荔波区最厚为126米，威宁区厚15～54米，路南区厚34～70米。宜山、柳城一带砂岩储集层物性的统计，有效孔隙度最大可达14.58%，平均6.05%，渗透率最大者为2.6×10^{-3}平方微米，平均0.2×10^{-3}平方微米。且粉砂岩孔隙性一般较细砂岩好。

上二叠统的砂岩储集层可分为东西两区，中区无砂岩储集层分布。西区自曲靖、开远一线以东至毕节、紫云、兴义、文山等地，厚度一般为百余米，属滨岸碎屑岩相沉积。东区自桂林、柳州、扶绥、凭祥以东至云开古剥蚀区，厚度大于西区，最厚可达千米，向塘红、柳州等地厚度减少。孔隙度4.5～2.13%，西区大于东区。

第四节 盖　层

根据盖层规模及与储集层之间的关系，将盖层分为两类，即区域盖层和直接盖层；根据盖层的封隔性能又可将盖层分为四种类型，即膏盐类型、粘土岩类型、泥质岩类型及复合类型。其中以膏盐类型及粘土岩类型的封隔性能为最好。至于盖层需要多大厚度才能真正起到封隔油气的作用，目前尚无统一的标准，需看各地区地质结构特点而定。作为直接盖层，膏盐层以大于5～10米为宜。一般认为粘土岩以大于10～20米为宜，而泥质岩则以大于50～100米为宜。作为区域盖层，一般要求分布范围广，厚度大，大多数区域盖层的岩性组成都是比较复杂的。

滇黔桂的海相地层分布区，除赤水地区，绥江地区属四川盆地的一部分外，缺乏中、新生界大面积的统一覆盖，这是本区油气保存条件较四川盆地差的重要原因之一。但就区域盖层的分布而言，也有其相对性。一些构造盆地和地区，也还是具有一定厚度和分布范围的区域盖层。如黔南地区的中泥盆统和奥陶、志留系泥质岩连片埋于地腹，桂中地区的地腹也有大套中泥盆统的泥质岩分布，南盘江地区有巨厚的三叠系泥质岩可作统一盖层。梨子冲向斜带和安顺宽向斜也是三叠系泥质岩连片覆盖的地区。

现将主要层位的盖层分述于下：

①寒武系下统牛蹄塘组的页岩和砂质页岩，分布于黔中、黔北和滇东地区，厚为100～200米，以黔中地区为最厚，向外减薄，是上震旦统灯影组白云岩的良好盖层。在开阳磷矿的904钻孔中，于牛蹄塘组与灯影组的交界处曾喷出可燃天然气，金沙安底的底1井（见图1–4–9），在钻穿牛蹄塘组进入灯影组时，喷出大量热水；②下奥陶统湄潭组及其相变的大湾组，为泥质岩类型的盖层，分布于黔北和黔东，滇东多被剥去，一般厚100～400米，是中、上寒武统和下奥陶统桐梓组、红花园组的盖层；③志留系以龙马溪组和韩家店组为主的泥质岩、厚为100～1000米，以黔东北地区为最厚，黔北次之，黔南有100～400米，是奥陶系及下志留统储集层的较好盖层。石阡—凯里一带的油气显示和残余油气藏，以及麻江古油藏均可作为实例；④中泥盆统泥质岩，主要分布于水城—河池—柳州一带，厚度变化大，层位多，与储集层间互，累积厚度达100～1300米，以黔南王佑及桂中的柳州为最厚，是黔南坳陷和桂中坳陷储集层的较好盖层；⑤下石炭统的泥质岩分布于台地沉积区，常与储集层间互。以威宁地区为最厚，大于250米，起直接盖层作用。但由于岩性变化大，在南盘江地区已失去盖层作用；⑥上二叠统的泥质岩，厚100～300米，水城、百色一带较厚，常与自身的储集层间互，对其下的下二叠统阳新石灰岩储集层具有封隔作用，赤水太和、旺隆气田即为实例；⑦下、中三叠统在盆地沉积区主要是泥质岩，在台地沉积区主要是泥质岩夹碳酸盐岩。作为盖层的泥质岩厚度为300～2750米，以南盘江坳陷为最厚，是该区覆盖面积最广的盖层。此外对梨子冲向斜带及安顺宽向斜也起一定的盖层作用。这些泥质岩除对下伏的泥盆系—二叠系储集层起区域盖层作用外，对盆地相区三叠系本身的砂体还可以起直接盖层作用；⑧膏盐层一般都是起直接盖层的作用，本区仅发现于灯影组、高台组、娄山关群及三叠系地层中。分布于台地沉积区的局部地区，厚度也不大，但其封隔性能好，值得注意，赤水地区下三叠统嘉陵江组中的膏盐层已具现实意义。

各地区的盖层分布情况见图2–2–18。各区各时代储集层中、具有较好盖层条件的地区见表2–2–20。

表2–2–20　滇黔桂地区各层系盖层条件较好地区统计表

储集层层位	盖层条件较好的地区
震旦系灯影组	大方背斜带、梨子冲向斜带、黔南地区
下寒武统 清虚洞组	威信凹陷、武陵坳陷、开阳凸起（东）、水城断凹（东） 赤水凹陷、黔南地区

续表

储集层层位	盖层条件较好的地区
上寒武统至下奥陶统	赤水凹陷、威信凹陷、武陵坳陷 大方背斜带、黔南地区
志留系	赤水凹陷、绥江凹陷、黔南地区、武陵坳陷
中泥盆统	桑郎断凹、长顺凹陷、设里宽向斜、来宾凹陷、师宗断阶、柳城凹陷、 姨坝宽向斜
下二叠统	赤水凹陷、南盘江坳陷、罗甸断坳、安顺宽向斜、十万大山盆地
上二叠统	赤水凹陷、南盘江坳陷、罗甸断坳、安顺宽向斜、十万大山盆地
下三叠统	罗甸断坳、南盘江坳陷、赤水凹陷
中三叠统	赤水凹陷

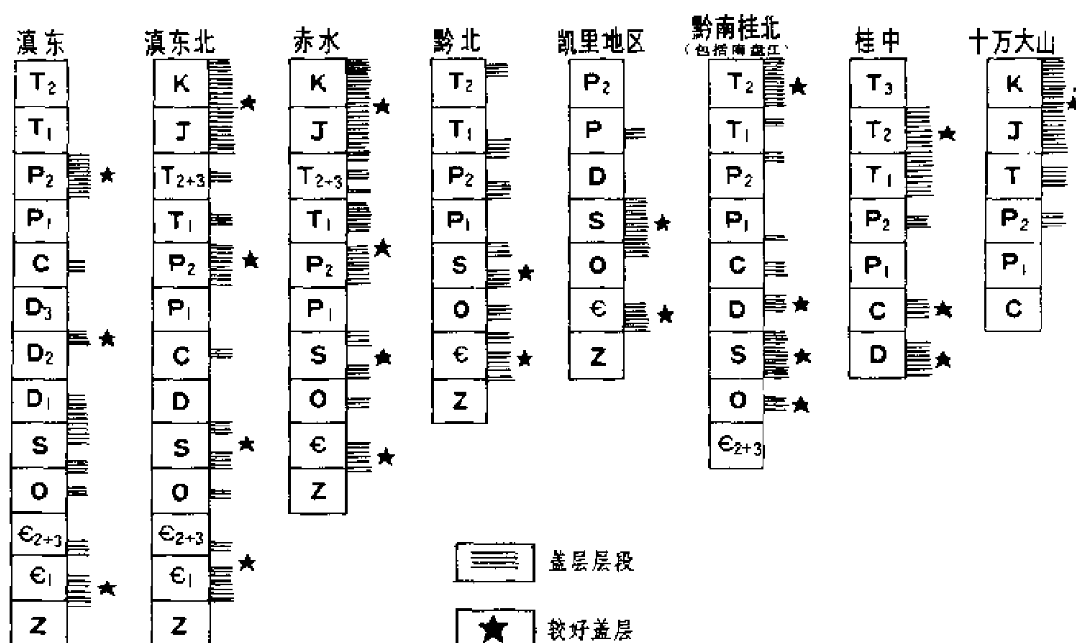


图 2-2-18　滇黔桂地区各层系盖层分布示意图

第五节　储 盖 组 合

本区下古生界有四套生储盖组合，上古生界及下、中三叠统也有四套生储盖组合。华南区由于下古生界已浅变质，作为基底对待，故下古生界的四套生储盖组合已不复存在。各个生储盖组合中，往往又包含两个或两个以上的次级组合。由于构造特征和沉积条件的差异，

不同地区的生储盖组合发育状况有所不同。某些地区的下部组合虽然存在，但由于埋藏过深，限于目前的勘探能力尚不能达到；也有些地区的上部组合由于储集层裸露地表而失去勘探意义。故各区条件优越的生储盖组合就成了主要的研究对象。

现将部分地区的储盖组合叙述于下：

一、黔北地区（图 2–2–19）

地层	厚度（m）	主要岩性	生油层 储集层 盖层	组合
J侏罗系	>1000	泥岩、页岩及砂岩		
T_2雷口坡组	0~80	白云岩		
T_1C^5嘉陵江组5段	365~121.5	石灰岩、白云岩夹泥灰岩及膏岩		D
T_1C^4嘉陵江组4段	154.5~297	白云岩夹膏岩		
T_1C^3嘉陵江组3段		石灰岩、白云岩		
T_1C^2嘉陵江组2段	79~132.5	白云岩、膏岩及石灰岩		
T_1C^1嘉陵江组1段	162.5~189.5	石灰岩		
T_1f^3飞仙关组	403~195	泥岩、泥灰岩夹粉砂岩		C
P_2^2长兴组	55~141	石灰岩及泥岩		B
P_2^1龙潭组	81~132	泥页岩夹砂岩、粉砂岩		
P_1m茅口组	130~250	石灰岩		A
P_1q栖霞组	150~264	石灰岩及泥岩		
S_2韩家店群	0~1300±	泥页岩夹粉砂岩		IV
S_1^2石牛栏组	0~602	生物灰岩、石灰岩夹泥灰岩、泥岩		
S_1^1龙马溪组	0~504	页岩		
O_3^2五峰组	0~29	页岩		III
O_3^1涧草沟组	0~28	泥灰岩夹页岩		
O_2中奥陶统	0~170	泥质石灰岩及石灰岩		
O_1^4湄潭组	0~317	页岩夹砂岩、石灰岩		
O_1^2红花园组	15~139	石灰岩		II
O_1^1桐梓组	70~234	白云岩夹石灰岩		
$Є_{2-3}$娄山关组	0~1638	白云岩		
$Є_2$高台组	3~89	泥质白云岩及页岩		I_2
$Є_1^4$清虚洞组	175~499	石灰岩、白云岩		
$Є_1^3$金顶山组	100~727	泥、页岩夹砂岩、粉砂岩		
$Є_1^2$明心寺组	72~645	泥页岩夹石灰岩		I_1
$Є_1^1$牛蹄塘组	18~512	页岩夹粉砂岩		
Z_2^2灯影组	2~704	白云岩		

图 2–2–19　黔北地区生储盖组合示意剖面图

本区缺失泥盆系和石炭系，下古生界的四套生储盖组合发育完整。

①以上震旦统灯影组的白云岩为储集层，下寒武统牛蹄塘组的页岩及明心寺金顶山组的泥岩为盖层。此组合在黔北分布广泛，除梵净山、习水洞南、金沙岩孔等高背斜地区出露外，大部分地区埋于地腹，是本区重要的一套组合。此外，其上有以下寒武统清虚洞组为储集层，中寒武统高台组为盖层的次级组合，储盖条件都不及前者。

②以中上寒武统娄山关群及下奥陶统桐梓组和红花园组的白云岩和石灰岩为储集层，下奥陶统湄潭组的泥质岩为盖层的组合。此组合的碳酸盐岩储集层过厚，在东部的武陵坳陷多有暴露。

③以中上奥陶统的石灰岩及泥质石灰岩为储集层，上奥陶统的五峰组页岩和下志留统的龙马溪组页岩为盖层的组合。此组合的储集层含泥质较重，但盖层较优越。分布地区仅限于贵州省北部。是赤水地区值得重视的一套组合。

④以下志留统龙马溪组为生油层，石牛栏组生物灰岩为储集层，韩家店组泥质岩为盖层的组合。此组合在赤水地区的钻探中，钻入韩家店组 300 米，发生三次天然气井喷，一次井涌，是值得重视的一套组合。

黔北赤水地区二叠系和三叠系的组合中已发现天然气田，后文有专门叙述。

二、黔中地区

黔中地区不仅缺失泥盆、石炭系，在它的主体部位黔中隆起上还缺失奥陶、志留系，因此下古生界的四套组合发育不全，仅第Ⅰ套组合仍存在。在黔中隆起上叠置有 2362 平方公里连片分布的二叠、三叠系，即梨子冲向斜带之所在（见图 1–4–9）。其中下二叠统的阳新石灰岩和上二叠统的龙潭煤系可构成储盖组合，上二叠统的长兴石灰岩和下三叠统的飞仙关页岩也可构成储盖组合。下二叠统的铜矿溪组砂泥岩夹煤线，假整合于娄山关群白云岩之上，也是值得注意的部位。

三、黔南地区（图 2–2–20）

黔南地区下古生界的组合依然存在，Ⅰ、Ⅱ组合的情况与黔北地区类似。第Ⅲ组合由于中、上奥陶统大多缺失而不复存在。第Ⅳ组合由于志留系的相变，储集层当以翁项群的砂岩为主，是值得重视的一套组合。

黔南地区还存在上古生界和三叠系的四套生储盖组合。

①以中泥盆统自身的砂岩、石灰岩和礁灰岩为储集层，泥质岩为盖层的组合。

②以上泥盆统白云岩为储集层，下石炭统泥页岩夹煤线为盖层的组合及以中、上石炭统石灰岩为储集层，下二叠统铜矿溪组泥质岩为盖层的组合。

③以下二叠统阳新石灰岩为储集层，以上二叠统的龙潭组泥质岩及煤层为盖层的组合。

④以三叠系本身的白云岩和礁灰岩为储集层，泥质岩为盖层的组合。

上述四个组合中以①组合较为重要，是黔南坳陷的重要勘探目标。②组合分为两个亚组合，但储盖性能较差。③、④组合在黔南大部分地区暴露地表，仅在安顺宽向斜的 4200 平方公里内有③组合保存。

四、南盘江地区

南盘江地区从泥盆系到中三叠统，沉积厚度为数千米到上万米，从中泥盆统到上二叠统，以大套碳酸盐岩沉积为主，三叠系为大套的砂、泥岩浊流沉积。本区最有利的组合是以二叠系的碳酸盐岩和生物礁灰岩为储集层，以下中三叠统浊积岩为盖层的储盖组合。此外，下、中三叠统浊积岩本身以砂岩为储集层，泥质岩为盖层的组合亦值得注意。至于下、中泥

盆统本身的组合，由于埋藏深，难于钻达，且储盖条件也比较差

地　层	厚度(m)	主要岩性	组合
T_3上三叠统	0~332*	砂、页岩互层	D
T_2^2中三叠统上段	66~893	藻礁灰岩、石灰岩夹白云岩	
T_2^1中三叠统下段	876~1158	白云岩、顶夹泥页岩、下部礁云岩	
T_1^2下三叠统上段	346~589	石灰岩夹白云岩、下部夹泥岩	
T_1^1下三叠统下段	289~452	石灰岩、白云岩、下部夹泥岩	
P_2上二叠统	300~546	燧石灰岩夹页岩、煤	C
P_1m茅口组	77~213	燧石灰岩	
P_1g栖霞组	57~161	石灰岩夹页岩	
P_1l梁山组	14~64	页岩、砂岩	B_2
C_{3+2}中上石炭统	31~197	石灰岩、白云岩	
C_1d大塘组	0~1160	石灰岩夹砂页岩、下部有煤线	B_1
C_1y岩关组	0~318	燧石灰岩、石灰岩夹页、砂岩	
D_3上泥盆统	198~1120	上部白云岩夹泥灰岩、泥岩或石灰岩夹云灰岩；下部石灰岩夹白云岩或泥岩夹泥灰岩	
D_3w望城坡组	55~365	石灰岩夹白云岩或泥岩夹泥灰岩	A
D_2d^3鸡窝寨段	21~701	石灰岩、白云岩夹页岩、泥灰岩	
D_2d^2宋家桥段	91~874	砂、泥岩不等厚互层	
D_2d^1鸡泡段	76~757	石灰岩夹砂、泥岩或灰云岩	
D_2l^2龙洞水组二段	147~231	石砂岩夹云灰岩	
D_2l^1龙洞水组一段	52~388	石灰岩、泥灰岩、下部夹泥、砂岩	
D_1s舒家坪组	37~63	砂岩	
D_1d^n丹林群	171~352	砂岩夹泥岩	
S_{1+2}翁项群	0~850	上部泥岩夹砂岩、泥灰岩或砂、泥岩互层，下部泥岩、石灰岩、泥灰岩	Ⅲ
O_1d大湾组	20~130	石灰岩夹页岩或泥页岩夹粉砂岩	Ⅱ
O_1h红花园组	20~230	生物屑灰岩夹白云岩	
O_1t桐梓组	70~180	石灰岩夹泥岩、白云岩	
Є$_{2+3}$娄山关群	715~1880	白云岩	
Є$_2g$高台组	10~48	页岩、泥云岩或白云岩、粉砂岩互层	$Ⅰ_2$
Є$_1g$清虚洞组	170~200	白云岩底夹页岩	
Є$_1j$金顶山组	100~320	页岩、粉砂岩夹生物屑灰岩	
Є$_1m$明心寺组	150~228	泥岩夹砂岩凸镜体、石灰岩	$Ⅰ_1$
Є$_1n$牛蹄塘组	60~155	碳质泥页岩生物屑灰岩	
Z_2^2灯影组	81~333	白云岩	
Z_2^1陡山沱组	15~32	白云岩、泥页岩互层	

图 2-2-20　黔南地区生储盖组合示意图

五、桂中地区

桂中地区上古生界和下三叠统，厚度达数千到上万米。具有实际意义的组合主要发育在泥盆系和石炭系。泥盆系存在三套组合：一是下统莲花山组砂岩和那高岭组泥页岩组成的组合；二是下统郁江组至中统东岗岭组组成的组合，此组合以泥质岩和碳酸盐岩作为生油岩、以泥质岩为盖层，储集层有碳酸盐岩，也有砂岩，情况较复杂；三是以上统的石灰岩和白云岩为储集层，石炭系下统的泥质岩组成的组合。石炭系存在一套组合，由下石炭统本身的

砂、泥岩互层组成。

综上所述，本区的生储盖层有以下几个特点:

①有泥质生油岩，也有碳酸盐岩生油岩，具多套海相生油层系，生油母质良好，但其演化程度偏高，古生界的生油岩多已处于过成熟阶段；②储集层以碳酸盐岩为主，其次是砂岩。上震旦统和下古生界的碳酸盐岩储集层以白云岩和孔洞碳酸盐岩为好，上古生界及下、中三叠统则以生物礁灰岩为好。本区碳酸盐岩储集层有的厚度太大，如扬子区的中、上寒武统至下奥陶统红花园组，南盘江地区的中、上泥盆统至上二叠统等，不利于形成良好的生储盖组合；③缺乏大面积分布的统一区域盖层，区域盖层的分布范围一般不大。直接盖层以泥质岩为主，部分含泥质重而致密的碳酸盐岩亦可视作盖层。膏盐层厚度不大，分布面积局限；④由于构造背景复杂，沉积岩的分布和岩性变化较大，使各构造单元的储盖组合很不一致。加之后期地层褶皱和强烈的抬升剥蚀，有的储盖组合暴露地表而失去勘探意义，也有的组合深埋地下，目前的勘探装备还"无能为力"。主要目标应放在生储盖组合条件较好而又力所能及的地区，如黔南坳陷、桂中坳陷、南盘江坳陷及梨子冲向斜带等。

第三章　水文地质概况

第一节　各类岩石的含水性

根据地下水的赋存条件和含水层岩性，本区可分为如下四种类型含水体。

一、松散岩类含水体

松散岩类含水体，主要由第四系的未固结或半固结的砂土、亚砂土或砂砾层组成。地下水以孔隙水的形式赋存于各松散岩类中。由于本区处于新构造运动上升区，第四纪沉积不发育，厚度不大，分布零星，主要分布于河谷、山谷及现代盆地（坝子）中，含水量小。

二、碎屑岩类含水体

碎屑岩类含水体，主要由砂岩、砾岩、泥页岩及硅质岩组成，地下水以孔隙水或裂隙水的形式赋存。在该类含水体分布地区出露的泉水中，泉水的流量一般较小，每秒 0.1～5 升，水量取决于孔隙度或裂隙发育程度，在裂隙不发育的泥页岩及硅质岩分布地区，此类岩石常成为盖层或隔水层。属于这类含水体的层位有：第三系至上三叠统，南盘江坳陷及其周邻地区的中三叠统、下三叠统飞仙关组，上二叠统龙潭组，下石炭统岩关组上部及大塘组下部，中泥盆统罗富组及下泥盆统丹林组、舒家坪组，志留系韩家店群，下寒武统牛蹄塘组、杷榔组及上震旦统陡山沱组等。

三、变质岩类和岩浆岩类含水体

主要分布于基底岩系的出露地区，广西云开大山下古生界混合岩化地区以及岩浆岩分布地区。以裂隙水的形式赋存。变质岩裂隙水赋存于梵净山群、四堡群、昆阳群及板溪群的变质砂岩、千枚岩及板岩的含水岩组裂隙中；岩浆岩裂隙水赋存于玄武岩、辉绿岩、凝灰岩及花岗岩类含水层的裂隙中。这两类裂隙水出露泉水的水量一般都小于每秒 1 升，多出自表层风化裂隙。

四、碳酸盐岩类含水体

滇黔桂地区上震旦统至中三叠统碳酸盐岩地层十分发育。根据 1984 年“滇黔桂地区油气资源评价”工作的统计，中、下三叠统和二叠、石炭、泥盆系中，碳酸盐岩厚度分别占地层厚度的 35～65%、40～50%、75～80%、60～70%，上震旦统和下古生界中碳酸盐岩，在滇东占 30.3%，在黔北占 57.3%，在黔南占 69.7%。碳酸盐岩的露头面积占地表的 64～73%。由于碳酸盐岩地层发育，分布很广，地下水的主要类型为岩溶水。据贵州省地质局水文队初步调查，全省有岩溶地下河 1097 条，岩溶泉 18981 个，其中流量大于每秒 50 升的暗河和岩溶泉达 2271 处。根据含水层岩性及地下水赋存、运移特征，岩溶水又可分为碳酸盐岩岩溶管道–溶洞水和碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶–裂隙水两类。

碳酸盐岩岩溶管道–溶洞水，赋存于石灰岩、白云岩及白云质石灰岩等碳酸盐岩类的管道及溶洞中，含水岩组岩溶发育，尤以石灰岩最强，出露的泉水和暗河多。石灰岩中以管道流为主，白云岩中以隙流为主，管道流次之。这类管道流、隙流的时空分布变化较大，水量丰富，一般流量大于每秒 10 升。属于此类的含水岩组有：中三叠统法朗组，下三叠统永宁镇组、大冶组，下二叠统茅口组、栖霞组，中、上石炭统，上泥盆统，中泥盆统东岗岭组、

曲靖组，下奥陶统红花园组至下寒武统清虚洞组，上震旦统灯影组等。

碳酸盐岩夹碎屑岩岩溶-裂隙水，赋存于石灰岩、白云岩夹砂泥岩、硅质岩含水岩组的岩溶孔洞和裂隙中，出露泉点也比较多，流量一般为每秒0.5～10升。属于此类的含水层组有：中三叠统关岭组、上二叠统合山组、吴家坪组，中泥盆统独山组、应堂组，下泥盆统四排组、郁江组，志留系石牛栏组，奥陶系宝塔组和湄潭组等。

上述各类岩石的含水性说明，松散岩类孔隙水和碎屑岩、变质岩及岩浆岩孔隙、裂隙水，分布零星，水量小，循环深度不大，对油气藏的保存无重要影响。碳酸盐岩岩溶-裂隙水在本区十分发育，水量和循环深度都比较大，是使油气藏受到破坏的重要因素。因此，在碳酸盐岩裸露区，其下必须有隔盖层，在隔盖层之下方有油气保存可能。位于黔西南坳陷兴仁背斜上的兴参井（参见图2-3-4），完钻井深2934米，所钻下二叠统至下石炭统均为大套碳酸盐岩，由于缺乏隔盖层，于井深2292～2316米仍出淡水就是实例。碎屑岩裸露区，由于大气降水多以地表径流的形式流走，渗入循环深度较小，对地腹油气保存影响较小。

如果从地表岩石的含水性来选择油气保存的有利区块，首先是碎屑岩裸露区，其次是碎屑岩夹碳酸盐岩裸露区和碳酸盐岩夹碎屑岩裸露区，最后才是碳酸盐岩裸露区。

第二节　构造特征对地下水的影响

燕山、喜山构造期以来，本区构造活动十分活跃，主要表现为强烈的褶皱、断裂和抬升、剥蚀。晚侏罗世以后，早第三纪或晚白垩世之前的燕山期褶皱运动，影响范围很广，在横向上波及全区，在纵向上使板溪群、昆阳群及整个古生代和中生代地层卷入褶皱，伴随的断裂纵横交错，并产生冲断推覆构造。这些断裂除少部分是古断裂再次活动外，大部分是这次构造运动的产物。燕山运动深刻地改造了以往各构造期所形成的古构造格局，自此以后，区内的构造骨架基本定型。喜山期构造运动，虽有褶皱、断裂产生，但以升降运动为主，表现为强烈的地壳间歇性抬升，使地层遭受大幅度剥蚀。根据对贵州及滇东地区379个剥蚀厚度计算点统计，各区剥蚀地层厚度的中值见表2-3-1及图2-3-1。以黔东北地区剥蚀幅度最大，赤水地区剥蚀幅度最小，分别为4077和1537米。各区剥蚀厚度中值与背、向斜差值成正相关关系。“背、向斜差值”反映了该区的地层暴露程度和褶皱强度，“差值”越大，暴露的地层越老，褶皱越强烈，同一时代地层的连片保存差；“差值”越小，暴露的地层越少，褶皱越微弱，相同时代地层的连片保存越好。从油气保存的条件考虑，连片保存地区更为有利。

由于褶皱、断裂、抬升和剥蚀的结果，使本区地层水受到深刻的影响。主要表现在以下方面：

①地壳抬升使本区处于蚀源区。第四系不发育，厚度小、分布零星；第三系和白垩系主要分布在一些盆地中，属断陷和山间盆地堆积，分布面积也比较小。地层褶皱和强烈剥蚀的结果，侏罗系除楚雄盆地、十万大山盆地、赤水地区和绥江地区有大面积连片分布外，仅残存于某些向斜部位。三叠系至震旦系不同程度地裸露地表，大气降水直接淋滤和渗入，加强了地表水和地下水的联系。地表水不断补给结果，使某些原来压实盆地的地表水与地下水循环交替的深度加大。

②本区碳酸盐岩发育，并大面积裸露地表，岩溶地貌发育，岩溶水成为地下水的主要类型，据统计岩溶水约占地下水的70～80%，由于地壳不断抬升的结果，使岩溶基面不断下降，岩溶水总是处于力图向深部循环的趋势中，这种向深性的水动力过程，导致了岩溶水垂

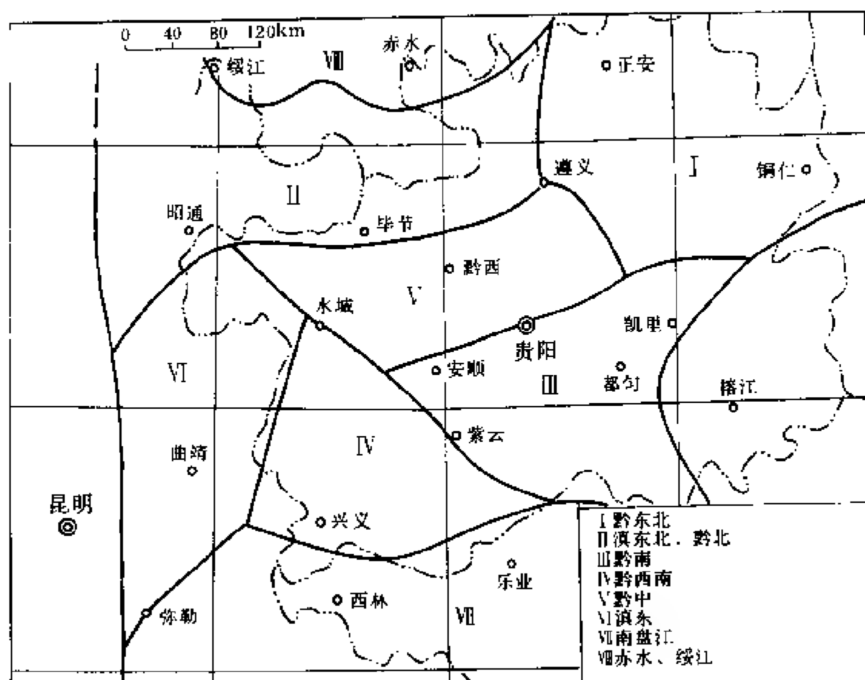


图 2-3-1 贵州及滇东地区剥蚀地层厚度中值分区图

表 2-3-1 贵州及滇东地区剥蚀地层厚度中值表①

地区		剥蚀地层厚度中值（m）			
		全区	背斜部位	向斜部位	背、向斜差值
Ⅰ	黔东北	4077	5188	1958	3230
Ⅱ	滇东北、黔北	4056	5392	2200	3192
Ⅲ	黔南	3450	5167	2458	2709
Ⅳ	黔西南	3357	4625	1944	2681
Ⅴ	黔中	3045	4000	1550	2450
Ⅵ	滇东	3000	4278	1929	2349
Ⅶ	南盘江	2667	3333	1833	1500
Ⅷ	赤水、绥江	1537	1833	650	1183

①据 379 个剥蚀厚度计算点统计。

向循环带不断加深。由于地壳抬升的间歇性，使岩溶向深发育也具有短期的停顿，构成各次岩溶叠置发育的特点。在地表也可以看到某些溶洞在垂向上叠置成葫芦形或串珠形。上层溶洞已为干洞，中层洞仅在洪水期才排水，而下层洞则为经常性排水的暗河出口。在一些洞中又发育垂直通道与下层暗河相通，层层叠叠。由于岩溶向深部发展的结果，在碳酸盐岩发育

区钻井中，时有漏失、放空和涌出淡水等现象发生，这种情况在井深700m以上经常可以见到，部分地区可达1000～1500m，个别地区甚至可达2000m以上。如桂中地区，在已钻的45口井中曾见溶洞86处，井深一般在400～700米。南盘江坳陷的杨1井在井深1545.6～1545.99米还发现溶洞。

③各时代地层不同程度地裸露地表，储集层和隔盖层常被分割而缺乏大面积的连片埋藏。断裂发育，使有的地区构成地下水活动的侧向遮挡，有的又使地表水和地下水沟通。地下水性质差异很大，一般在岩溶发育区差异大，而岩溶不发育区差异不明显。纵向上地下水的活跃程度与地层岩性组合关系密切，在碳酸盐岩中较为活跃，在碎屑岩中活跃性差，横向上地下水的活动，与遮挡条件关系密切。断层、岩性变化、向斜或地层扭曲等都可以构成不同程度的遮挡。遮挡条件好时，地下水交替缓慢，遮挡条件差时，地下水交替迅速。本地区由于地质构造条件，导致水文地质条件的复杂性，地下水的分带性差。总的特点是自由交替带发育，但在自由交替带中又会出现局部缓慢交替或交替停滞带。

第三节 地下水分带与油气藏保存

地下水与地表水有着不同程度的联系，对统一的压实盆地，在纵向上和横向上一般都可将地下水分为三个带，即自由交替带，缓慢交替带（混合带或过渡带）及交替停滞带，在自由交替带中往往分布淡水，缓慢交替带通常出现微咸水或咸水，交替停滞带则分布咸水。三个带的划分标准各地不尽一致，本区的划分意见如表2–3–2。

表2–3–2 滇黔桂地区地下水分带及其与油气保存条件关系表

地下水分带	自由交替带	缓慢交替带	交替停滞带
地下水性质	淡水	微咸水、咸水	咸水
矿化度（mg／l）	＜2000	2000～30000	＞30000
氯离子含量（mg／l）	＜200	200～15000	＞18000
油气保存条件	难保存	保存较差	保存较好

在地下水自由交替带内，油气藏往往受地下水冲刷氧化而难以保存，交替停滞带则是油气藏保存的重要条件。世界上大多数油气田处于地下水交替停滞带内，油田水矿化度高，其氯离子含量一般是矿化度的50%以上。如美国俄克拉荷马州的加尔贝油田，奥陶系海相石灰岩中的油田水，矿化度及氯离子含量分别高达224900及139500mg／l；我国四川盆地二叠系和三叠系海相碳酸盐岩油气田的油田水，矿化度为30000～90000mg／l；酒泉盆地第三系陆相砂岩油田中的油田水，矿化度为30000～80000mg／l。但是有的油田中的油田水，矿化度也很低，如委内瑞拉的夸仑夸尔油田水，其矿化度最大值为2300mg／l，实际上这类油田正处于氧化破坏之中。在通常情况下，埋藏深的地层水比埋藏浅的地层水矿化度高，保存条件好的储集层中的水比开启程度高的储集层中的水矿化度高。

滇黔桂地区水文地质条件比较复杂，尚缺乏全面研究，下文仅将部分地区的地下水分带特点叙述如下：

一、赤水、绥江等陆相碎屑岩复盖区

赤水地区属四川盆地的一部分，四川盆地是一个压实盆地，地下水分带现象比较明显。图 2-3-2 是旺隆背斜赤 2 井水化学特征柱状剖面图。矿化度和氯离子含量均由浅向深部加大，井深 782 米以上的侏罗系重庆群和自流井群，矿化度和氯离子含量均小于 1000mg／l 和 200mg／l，属自由交替带，井深 782～1410 米的三叠系上统须家河组和下统嘉陵江组上部，矿化度为 2600～25700mg／l，氯离子含量为 200～14300mg／l，为缓慢交替带；井深 1410 米以下的下三叠统嘉陵江组，矿化度及氯离子含量分别大于 45000mg／l、24000mg／l，属交替停滞带。从图 2 3-2 中可以看出，矿化度和氯离子含量变化最大的井段在井深 1370～1410 米处。分析认为 1277～1401 米井段有十余层石膏层作隔盖层，应是出现上述变化的重要原因；由此也可看出，隔盖层在地下水垂直分带中的重要作用。旺隆背斜西邻的太和背斜，与旺隆背斜同属一个构造带。太和背斜上钻探的太 8 井和太 13 井，在须家河组砂岩中分别于井深 1187.32～1196.8 米和 1099～1101 米井段的氯离子含量，分别为 27100mg／l 和 15900mg／l，已属交替停滞带。太 8 井、太 13 井出现地下水交替停滞带的深度比赤 2 井浅，地层层位也比赤 2 井新，说明同一地区不同背斜圈闭上地下水分带也有变化。

地层时代		井深（m）	矿化度（g/l）	氯离子含量（g/l）	水型	地下水分带
重庆群	Jc^{2-3}	437	0.148～0.310	0.026～0.155	$NaHCO_3$、Na_2SO_4	自由交替带
自流井群	Jt^{1-2}	782	0.293～0.330	0.142～0.159	$NaHCO_3$、Na_2SO_4	自由交替带
须家河组	T_3x	1163	2.616～3.071	0.242～0.274	Na_2SO_4、$MgCl_2$	缓慢交替带
嘉陵江组	Tc	1370	2.902～6.978	0.152～3.046	Na_2SO_4、$MgCl_2$	缓慢交替带
嘉陵江组	Tc	1410	10.432～25.721	5.307～14.312	$MgCl_2$-$CaCl_2$	缓慢交替带
嘉陵江组	Tc	1522	45.032～57.174	24.636～31.450	$CaCl_2$	交替停滞带

（根据49个水样分析资料整理）

图 2-3-2　贵州赤水旺隆背斜赤 2 井水化学特征柱状图

绥江地区与赤水地区在地质构造上同属四川盆地，绥江地区的地层层序与岩性和川南及赤水地区类似，但钻探结果表明，地下水水化学特征纵向变化与赤水地区不同。矿化度和氯

离子含量有向深部变小的趋势（图 2–3–3）。地下水的流量却向深部加大，下二叠统石灰岩中的流量每天可达 11296 立方米。该地区地下水的活跃情况，往往与浅层淡水的侧向补给有关，在距井位 10～15km 的五角堡、五指山一带二叠系已出露，成为供水区，侧向联通性好，因此出现地下水向深部矿化度反而变小的异常现象。

二、海相地层出露区

广大的海相地层出露区，由于褶皱、断裂发育和强烈的抬升剥蚀，使原有压实盆地的水文地质特征受到了不同程度的改造；主要表现在地下水自由交替带深度大和在自由交替带内又出现某些局部缓慢交替带。

1.地下水自由交替带发育深度大

黔西南的兴仁背斜，轴部出露最老地层为下二叠统石灰岩，背斜上横切轴线的张性正断层发育。在其上的兴参井完钻井深 2934 米，其中石灰岩厚占钻井地层厚 92%，隔盖层仅有下二叠统底部梁山组的 82 米含煤地层，在背斜上已出露（图 2–3–4）。全井钻探中有 14 处漏失，漏失钻井液 884 立方米以上，尤以下二叠统石灰岩中漏失量最大，漏失部位也最多，有的地方钻井液甚至有进无出。井深 1065～1075 米及 1195～1200 米产水，经混合测试日产水 106 立方米，井深 2204～2223 米及 2299～2316 米，日产水 100 立方米。水的矿化度为 899mg／l，氯离子含量 20mg／l，属 $NaHCO_3$ 型淡水，仍处于地下水自由交替带内。缺乏隔盖条件是地下水自由交替带发育深的重要原因。

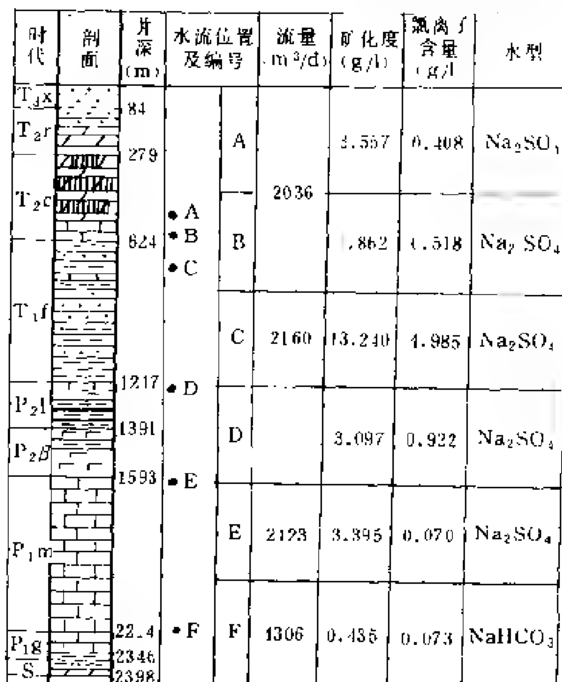


图 2–3–3　滇东北绥江地区楼东背斜楼 1 井水化学特征柱状剖面图

贵州金沙安底背斜底 1 井的岩性结构及水化学特征见图 2–3–5。在上震旦统灯影组之上，有下寒武统牛蹄塘组（ϵ_1n）、明心寺组（ϵ_1m）和金顶山组（ϵ_1j）砂泥质岩作隔盖层，厚度达 800 米，灯影组中的水仍为淡水，与隔盖层之上的下寒武统清虚洞组（ϵ_1q）、中寒武统高台组（ϵ_2g）和中上寒武统娄山关群（$\epsilon_{2+3}L$）碳酸盐岩中的水比较，水型不同，矿化度更低，而流量却更大，日产水达 1291 立方米，稳产达 20 年之久，说明安底背斜灯影组（Z_2）中水的横向补给充足，仍处于地下水自由交替带内。这是地下水自由交替带发育深的又一个实例。

2.地下水存在缓慢交替带

凯里地区是滇黔桂地区奥陶、志留系油气显示最集中的地区，该区共钻有浅井 55 口，深探井 1 口，各井多有油气水显示。浅井钻探证实，志留系下部砂岩段是主要产气层段。下奥陶统大湾组（O_1d）、红花园组（O_1h）石灰岩、泥灰岩中有油气显示。下奥陶统桐梓组（O_1t）白云岩，油气显示罕见，是凯里地区的主要泄水层系。

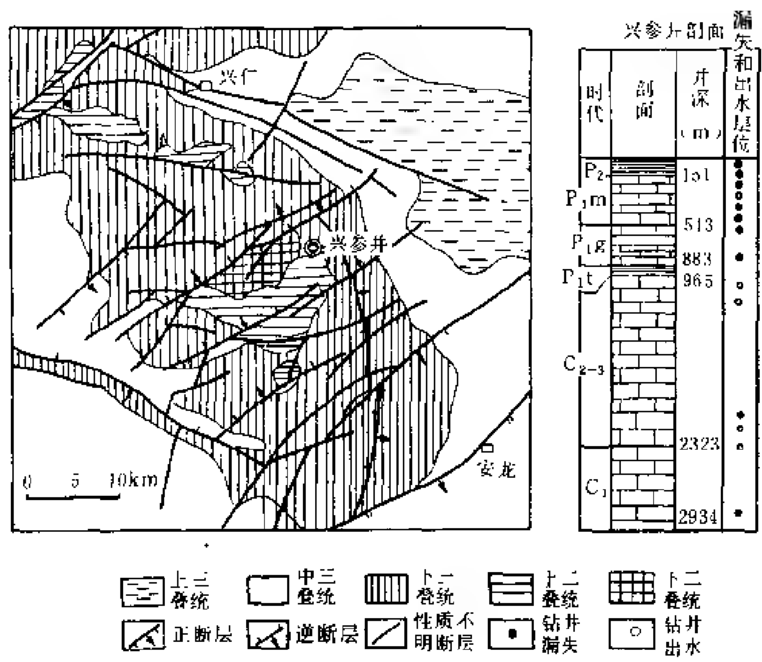


图 2-3-4 黔西南坳陷兴仁背斜地质图

时代	剖面	井深(m)	水样位置及编号	流量(m^3/d)	矿化度(g/l)	氯离子含量(g/l)	水型
		115	A	7.3	1.65		Na_2SO_4
		281	B	88.9		3	Na_2SO_4
		463	C	163.2		6	Na_2SO_4
		713 1189 1275 1282	D	1291			$NaHCO_3$

图 2-3-5 贵州金沙安底背斜底 1 井水化学特征柱状剖面图

凯里地区各井的水分析成果见表 2-3-3。绝大部分属重碳酸钠型水，矿化度为 119～514mg／l，氯离子含量为 3～573mg／l，均受地表水不同程度的淡化。红花园组和桐梓组碳酸盐岩中的水，矿化度一般为每升数百毫克，主要处于地下水自由交替带。而其上的大湾组泥灰岩和志留系碎屑岩中的水，矿化度一般为每升数千毫克，主要处于地下水缓慢交替带。水化学特征反映出与该地区奥陶系、志留系油气藏受破坏及油气显示程度的关系。

凯里地区各井气分析结果差异较大（表 2-3-4）。烃类气体占 90%以上的有虎 18 井、虎 23 井、虎 47 井和虎 45 井，氮气占 90%以上的有虎 14 井、虎 31 井。虎 30 井以烃类气体为主，含氮却高达 16.26%，虎 35 井以氮气为主（58.25%），亦含烃类气体 28.77%。高氮天然气的出现，是气藏受地下水冲刷氧化的结果。

表 2-3-3 贵州凯里地区各井水分析数据表

井号	井深 (m)	地层层位	总矿化度 (mg/l)	氯离子含量 (mg/l)	水型
虎 11 井	141～146	O_1h+t	119	3	$NaHCO_3$
虎 14 井	185～190	O_1h	358	3	$NaHCO_3$
虎 22 井	199～204	O_1t	527	10	$NaHCO_3$
虎 45 井	454～517	S_{1+2}	1800	573	$NaHCO_3$
凯 11 井	116～119	S_{1+2}	173	4	$NaHCO_3$
凯 11 井	473～474	O_1d	5114	57	$MgCl_2$
凯 12 井	253	S_{1+2}	1136	12	$NaHCO_3$
凯 12 井	442	O_1h	2903	67	$NaHCO_3$
凯 13 井	184	S_{1+2}	1606	39	$NaHCO_3$
凯 14 井	273	S_{1+2}	1347	50	$NaHCO_3$
凯 15 井	294	S_{1+2}	2218	53	$NaHCO_3$
凯 15 井	431	O_1t	669	27	$NaHCO_3$

表 2-3-4 贵州凯里地区探井气分析数据表

井号	井深 (m)	地层层位	烃类气体 (%)		非烃气体 (%)	
			甲烷	重烃	氮气	其它
虎 1 井	81～95	S_{1+2}	88.40	6.00	2.30	1.54
虎 14 井	246～343	O_1^{h-t}	0.4	0.3	98.60	0.90
虎 18 井	183～201	S_{1+2}	96.21	0.35	2.20	0.36
虎 23 井	440～488	S_{1+2}	95.96	0.24	2.51	0.78
虎 30 井	292～346	S_{1+2}	69.20	3.28	16.26	9.99
虎 31 井	314～382	S_{1+2}	4.13	0.38	94.90	0.18
虎 35 井	305～351	S_{1+2}	28.68	0.09	58.25	1.25
虎 45 井	454～481	S_{1+2}	98.43	0.50	0.33	0.96
虎 47 井	248～300	S_{1+2}	97.60	0.51	2.20	0.37

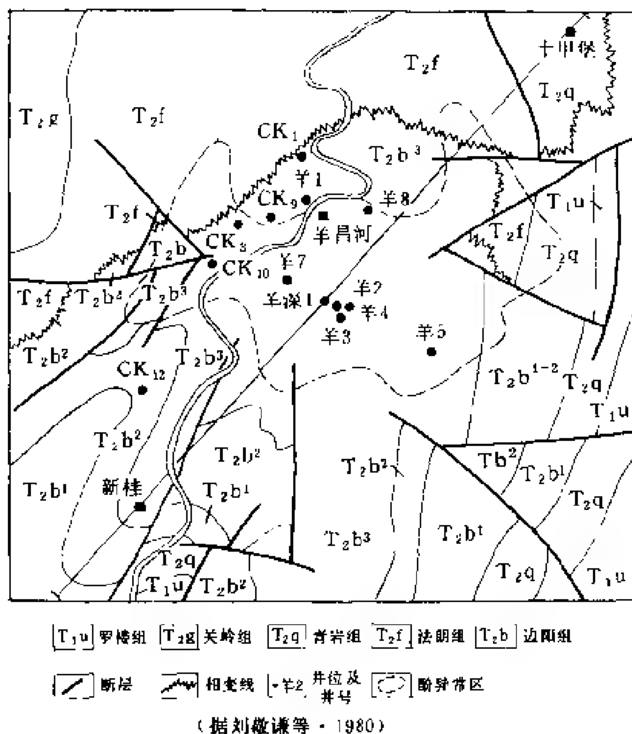


图 2-3-6　贵州平坝羊昌河地区地质图（据刘敬谦等，1980）

从水分析成果和天然气组分特征看，凯里地区的奥陶、志留系油气藏，已遭受不同程度的破坏，但尚有局部保存较好的地区存在。这是在地下水自由交替带内又出现局部缓慢交替带的一个实例。

平坝羊昌河地区，处于中三叠统相变带上，北面为台地相石灰岩沉积，南面为斜坡相泥灰岩—灰质泥岩沉积，两者呈犬牙交替状，相变明显（图 2-3-6、7），在相变带靠近斜坡相一侧，有一酚大于 13ppm 的异常区，异常区外围的井、泉中不含酚，该酚异常区与油气显示和高矿化度水的分布区大体吻合。

该地区在构造上为一复向斜，在复向斜内已钻浅井 13 口，深井 1 口（羊深 1 井，井深 2356m），其中 11 口井见油气显示，99%的油显示产于中三叠统边阳组第三段（T_2b^3）的泥灰岩或泥质灰岩的裂缝及方解石充填未盈的晶洞中。原油为黄绿色，烷烃平均含量为 63.43%，芳香烃为 9.81%，非烃和沥青质为 25.75%，以高烷烃低芳香烃为特征。油显示井深为 7.1～871 米，各井不一，以井深 250～500 米较集中。羊 4 井和羊深 1 井见气显示，气体成分见表 2-3-5，产气量甚微，但乙烷以上重烃含量达 7.44～8.88%。

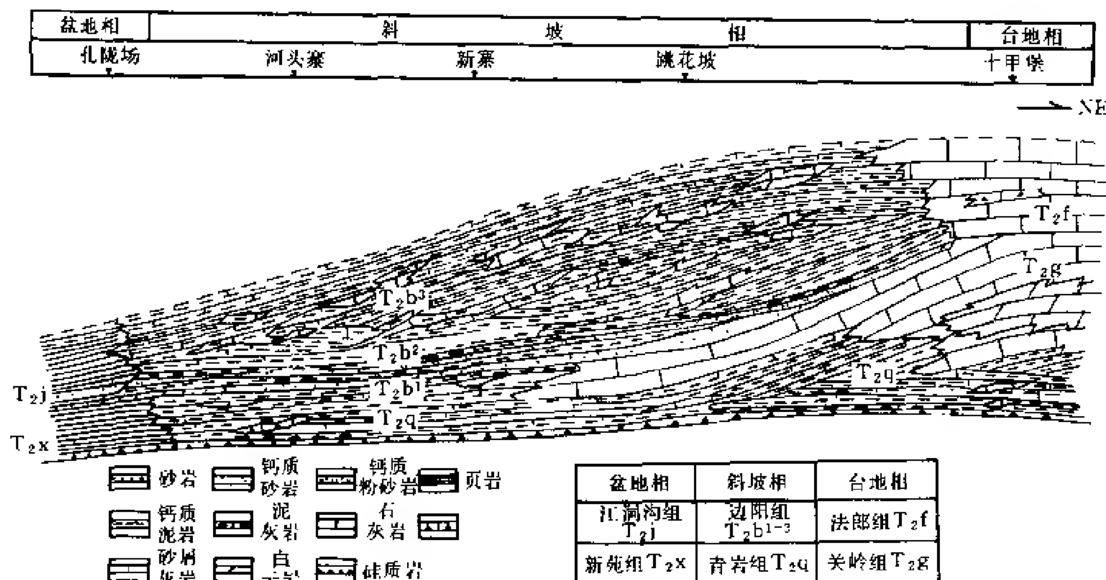


图 2-3-7　贵州平坝羊昌河地区中三叠世岩相横剖面示意图（剖面位置见图 2-3-6）

表 2-3-5　贵州平坝羊昌河地区天然气成分表

成分 / 井号	CH_4 (%)	C_2H_6 (%)	C_3H_8 (%)	C_2H_4 (%)	CO_2+H_2S (%)	CO (%)	H_2 (%)	N_2 (%)
羊 4 井	86.82	6.34	2.54	0.23	0.04	0.01	0.09	4.12
羊深 1 井	83.82	5.60	1.84	0.20	1.50	0	0.26	7.09

各井产水情况如表 2-3-6 所示。水的矿化度为 665～20534mg／l，氯离子含量为 116～11422mg／l，变化较大，与埋藏深度无明显关系。出水量每天大于 120 升者均为低矿化度淡水，经提捞测试，水量较稳定，有一定的补给源。出水量每天小于 120 升者，水的矿化度较高，出水量递降明显，缺乏补给源，靠自身的能量趋动，显示出封闭水体特征。

表 2-3-6　贵州平坝羊昌河地区井下水化学特征表

井号	出水井段 (m)	地层层位	岩性	出水量 (l／d)	矿化度 (mg／l)	氯离子含量 (mg／l)	水型
羊 1 井	399～455	T_2b^3	泥质石灰岩	118	2492	1191	$MgCl_2$
羊 2 井	305～325	T_2b^3	泥质石灰岩	119	20534	11422	$MgCl_2$
羊 4 井	660～690	T_2b^3	泥灰岩	9.8	9500	3265	$NaHCO_3$
羊 4 井	150～173	T_2b^3	泥质岩	–	5400	1092	$NaHCO_3$
羊 8 井	516～576	T_2b^3	泥灰岩	16	665	116	$NaHCO_3$

中三叠统边阳组第三段（T_2b^3）为斜坡相沉积，岩性为钙质泥岩夹泥质石灰岩及泥灰岩，横向变化大。油气显示及高矿化度水产于泥质石灰岩和泥灰岩的裂缝晶洞中。由于岩性变化，在钙质泥岩包绕泥质石灰岩或泥灰岩的地区，形成较好的岩性封闭，大气降水和地表迳流难以进入，使油气和高矿化度水得以保存。这是在地下水自由交替带内出现缓慢交替带的又一个实例。

上述实例说明，在水文地质开启程度高的地区，在一定条件下，也有局部保存条件相对较好的地区，这对研究本区油气藏形成是十分重要的。

第四章　重点区块含油气性评价与概述

第一节　含油气评价

滇黔桂地区震旦系上统至三叠系中统的含油气评价涉及的范围是普渡河断裂（位于昆明之西）之东地区，面积约54万平方公里。纵向上涉及八个系（统），18个评价层系（制图单元）。八个系（统）是：上震旦统、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系及三叠系下、中统。18个评价层系是：陡山沱组（Z_2^1）、灯影组（Z_2^2）、下寒武统（ϵ_1）、中上寒武统（ϵ_{2+3}）、下奥陶统（O_1）、中上奥陶统（O_{2+3}）、志留系（S）、下泥盆统（D_1）、中泥盆统（D_2）、上泥盆统（D_3）、下石炭统（C_1）、中上石炭统（C_{2+3}）、下二叠统栖霞组、梁山组（P_1q）、茅口组（P_1m）、上二叠统（P_2）、下三叠统飞仙关组（T_1f）、永宁镇组（T_1y）、中三叠统（T_2）。关于本地区评价层系的地层系统及各评价层系的分布概况见图2-4-1。评价的原则是：以二、三级构造单元（区块）为基本评价单元，先分层系评价，在分层系综合地质评价的基础上，再进行综合评价。

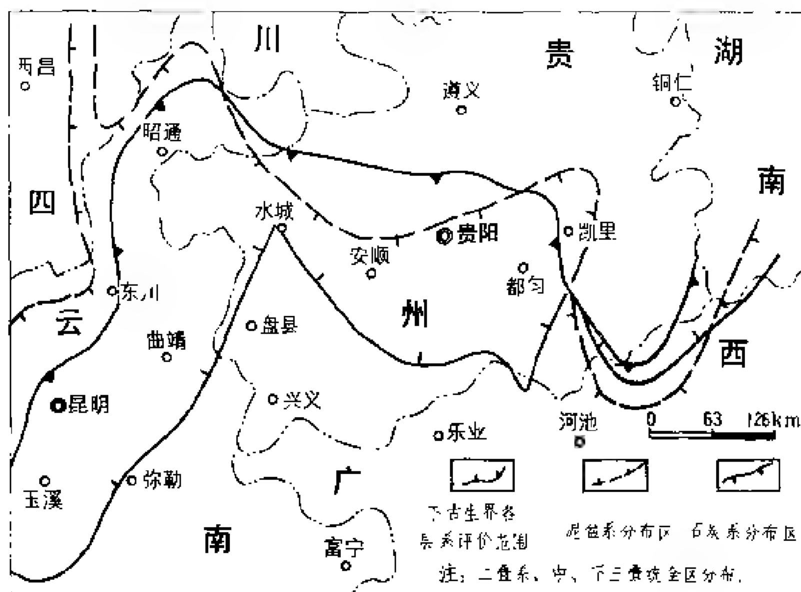


图2-4-1　滇黔桂地区各评价层系分布或评价范围简图

从勘探实践和目前已有的认识，认为影响各评价层系含油性的基本地质因素是：

①油源条件　单位面积的排烃量；

②储集条件　沉积相带位置；连通孔隙率；

③聚集条件　成油期古构造；局部构造圈闭状况；

④保存条件　评价层在区块中的暴露情况；水文地质条件；盖层。

上述四个条件八个方面也是分层系区块综合评价考虑的地质因素，将每个评价因素分为

好、较好、较差和差四级，并相应地给予级差概率值，在相应的级差概率值的范围内，对每一评价因素给分，八个评价因素分值的乘积，即是综合评价系数或地质风险系数。依据综合评价系数的大小，给予各评价区块以评价级次。

根据上述评价标准和方法，对评价区内18个评价层系52个区块（图2-4-2，实际上只有48个，因为东川凸起、易门凸起、江南隆起和金秀凸起没有资源量）分别进行了评价，其中评出Ⅰ级块层5个、Ⅱ级块层70个（见表2-4-1）。Ⅰ级块层天然气资源量占全部天然气资源量的4.59～6.42%，Ⅱ级块层资源量分别占全部石油资源量的25.78～17.82%，占全部天然气资源量的52.51～48.97%。Ⅰ+Ⅱ级区块层合计，分别占全部石油资源量的25.78～17.82%，占全部天然气资源量的57.23～55.39%。即全部资源量中，石油有20%，天然气有50%的资源量分布在地质把握程度较高的Ⅰ、Ⅱ级区块中。

表2-4-1　滇黔桂地区各评价层系Ⅰ、Ⅱ级区块一览表

评价地层	级别	区块数（个）	区块名称
中二叠统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	1	赤水凹陷
下三叠统永宁镇组	Ⅰ	1	赤水凹陷
	Ⅱ	0	
下三叠统飞仙关组	Ⅰ	0	
	Ⅱ	1	赤水凹陷
上二叠统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	6	赤水凹陷、秧坝宽向斜、设里宽向斜、师宗断阶、安顺宽向斜、右江断凹
下二叠统茅口组	Ⅰ	1	赤水凹陷
	Ⅱ	5	秧坝宽向斜、设里宽向斜、师宗断阶、安顺宽向斜、右江断凹
下二叠统栖霞组	Ⅰ	0	
	Ⅱ	6	赤水凹陷、秧坝宽向斜、设里宽向斜、师宗断阶、安顺宽向斜、右江断凹
中、上石炭统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	5	秧坝宽向斜、设里宽向斜、安顺宽向斜、右江断凹、师宗断阶

续表

评价地层	级别	区块数（个）	区块名称
下石炭统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	4	秧坝宽向斜、设里宽向斜、右江断凹、安顺宽向斜
上泥盆统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	2	师宗断阶、设里宽向斜
中泥盆统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	4	罗甸断坳、长顺凹陷、设里宽向斜、来宾凹陷
下泥盆统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	9	罗甸断坳、长顺凹陷、来宾凹陷、设里宽向斜、秧坝宽向斜、乐业断阶、象州斜坡、宜山凸起、柳城凹陷
志留系	Ⅰ	1	赤水凹陷
	Ⅱ	1	长顺凹陷（北部）
中、上奥陶统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	1	赤水凹陷
下奥陶统	Ⅰ	1	赤水凹陷
	Ⅱ	3	绥江凹陷、长顺凹陷、安顺宽向斜
中、上寒武统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	5	赤水凹陷、梨子冲宽向斜、长顺凹陷、安顺宽向斜、独山鼻状凸起
下寒武统	Ⅰ	0	
	Ⅱ	8	安顺宽向斜、贵定断阶、黄平凸起、赤水凹陷、大方背斜带、梨子冲向斜带、水城断凹、长顺凹陷
上震旦统灯影组	Ⅰ	1	梨子冲向斜带
	Ⅱ	9	贵定断阶、长顺凹陷、宜威凸起、水城断凹、大方背斜带、威信凹陷、昭通凹陷、赤水凹陷、安顺宽向斜
上震旦统陡山沱组	Ⅰ	0	
	Ⅱ	0	

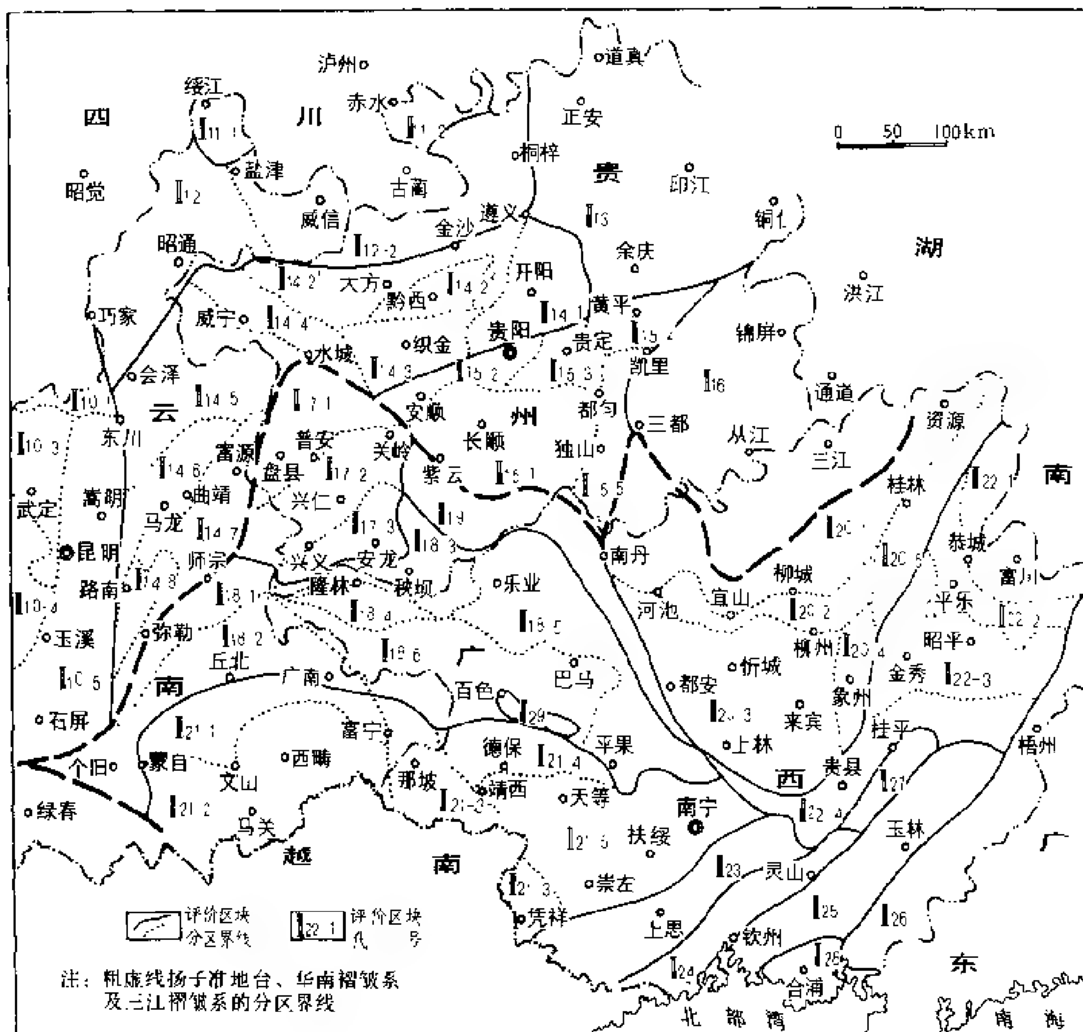


图 2-4-2 滇黔桂地区评价区块分布图

Ⅱ$_{10}$—康滇隆起；Ⅱ$_{10-1}$—东川凸起；Ⅱ$_{10-3}$—武定断凹；Ⅱ$_{10-4}$—易门凸起；Ⅱ$_{10-5}$—昆明断凹；
Ⅱ$_{11}$—四川台坳；Ⅱ$_{11-1}$—绥江凹陷；Ⅱ$_{11-2}$—赤水凹陷；Ⅱ$_{12}$—滇黔北部坳陷；Ⅱ$_{12-1}$—昭通凹陷；
Ⅱ$_{12-2}$—威信凹陷；Ⅱ$_{13}$—武陵坳陷；Ⅱ$_{14}$—黔中滇东隆起；Ⅱ$_{14-1}$—开阳凸起；Ⅱ$_{14-2^1}$—大方背斜带；
Ⅱ$_{14-2^2}$—梨子冲向斜带；Ⅱ$_{14-3}$—织金凸起；Ⅱ$_{14-4}$—水城断凹；Ⅱ$_{14-5}$—宣威凸起；Ⅱ$_{14-6}$—马龙凹陷；
Ⅱ$_{14-7}$—牛首山凸起；Ⅱ$_{14-8}$—海宜村凹陷；Ⅱ$_{15}$—黔南坳陷；Ⅱ$_{15-1}$—长顺凹陷；Ⅱ$_{15-2}$—安顺宽向斜；
Ⅱ$_{15-3}$—贵定断阶；Ⅱ$_{15-4}$—黄平凸起；Ⅱ$_{15-5}$—独山鼻状凸起；Ⅱ$_{16}$—江南隆起；Ⅱ$_{17}$—黔西南坳陷；
Ⅱ$_{17-1}$—普定断凹；Ⅱ$_{17-2}$—兴仁凸起；Ⅱ$_{17-3}$—安龙断阶；Ⅱ$_{18}$—南盘江坳陷；Ⅱ$_{18-1}$—师宗断阶；
Ⅱ$_{18-2}$—设里宽向斜；Ⅱ$_{18-3}$—秧坎宽向斜；Ⅱ$_{18-4}$—隆林凸起；Ⅱ$_{18-5}$—乐业断阶；Ⅱ$_{18-6}$—右江断凹；
Ⅱ$_{19}$—罗甸断坳；Ⅱ$_{20}$—桂中坳陷；Ⅱ$_{20-1}$—柳城凹陷；Ⅱ$_{20-2}$—宜山凸起；Ⅱ$_{20-3}$—来宾凹陷；
Ⅱ$_{20-4}$—象州斜坡；Ⅱ$_{20-5}$—桂林断凹；Ⅱ$_{21}$—马关隆起；Ⅱ$_{21-1}$—蒙自断凹；Ⅱ$_{21-2}$—文山凸起；
Ⅱ$_{21-3}$—富宁断凹；Ⅱ$_{21-4}$—德保断凹；Ⅱ$_{21-5}$—大明山凸起；Ⅱ$_{22}$—大瑶山隆起；Ⅱ$_{22-1}$—富川凸起；
Ⅱ$_{22-2}$—平乐断台；Ⅱ$_{22-3}$—金秀凸起；Ⅱ$_{22-4}$—贵县断阶；Ⅱ$_{23}$—十万大山盆地；Ⅱ$_{24}$—灵山断坳；
Ⅱ$_{25}$—钦州断坳；Ⅱ$_{26}$—云开隆起；Ⅱ$_{27}$—桂平盆地；Ⅱ$_{28}$—合浦盆地；Ⅱ$_{29}$—百色盆地

在分层系区块评价的基础上，进行了综合评价，在这里综合评价的主要内容是区块排队。排队时考虑的主要因素是：

①分层系区块评价的级次高低；

②区块总资源密度的大小；

③区块中主要勘探目的层系的资源密度大小；

④现实可探性及已取得的勘探效果。

油气资源在区块中的分布，事实上是极不均一的。为了比较各评价区块中资源的相对集中情况，引入了资源密度即单位面积资源量的概念。由于评价区资源相态多为天然气，故以天然气量表示资源密度，凡有油资源的区块，均换算成天然气量。资源密度的单位为$10^8 m^3 / km^2$。

根据上述区块排队因素，可将评价的区块划分为四类。Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类区块情况，见表2-4-2。

表2-4-2　滇黔桂地区一、二、三类区块资源状况表

	区块名称	面积 (km^2)	主要目的层	评价级别
一类区块	赤水凹陷	2980	T_1y	Ⅰ
			P_1	Ⅰ
			S	Ⅰ
			O_1	Ⅰ
	安顺宽向斜	4200	P_1	Ⅱ
			C_{2-3}	Ⅱ
			C_1	Ⅱ
			D_2	Ⅲ
			O_1	Ⅱ
			Z^2_2	Ⅱ
	长顺凹陷	12600	D_2	Ⅱ
			S	Ⅱ
			O_1	Ⅱ
	梨子冲向斜带	3362	Z^2_2	Ⅰ
	秧坝宽向斜	6980	P_2	Ⅱ
			P_1	Ⅱ
	设里宽向斜	13340	P_1	Ⅱ

续表

	区块名称	面积 (km^2)	主要目的层	评价级别
二类区块	大方背斜带	8658	Z_2^2	II
	罗甸断坳	10600	D_2	II
	绥江凹陷	2400	S	III
			O_1	II
	师宗断阶	5370	P_1	II
	威信凹陷	18620	Z_2^2	II
三类区块	昭通凹陷	16900	Z_2^2	II
	右江断凹	16720	P_2	II
			P_1	II
	宜山凸起	4650	D_2	III
			D_1	II
	来宾凹陷	21100	D_2	II
			D_1	II
	黄平凸起	3850	$€_1$	II
			Z_2^2	III
	贵定断阶	3470	C_1	II
			Z_2^2	II
	独山鼻状凸起	5250	$€_{2-3}$	II

第一类区块（有利勘探区块）：地质综合评价为Ⅰ、Ⅱ级，区块总资源密度大于0.05 $10^8m^3/km^2$，主要勘探层系资源密度（区块中主要勘探层系在一个以上者，取其资源密度大的层系）大于0.01 $10^8m^3/km^2$，目的层埋藏深度小于5000米。符合这些条件的区块依次有：

赤水凹陷，黔南坳陷中的安顺宽向斜、长顺凹陷、梨子冲向斜带、南盘江坳陷中的秧坝宽向斜、设里宽向斜。

第二类区块（较有利勘探区块）：地质综合评价为Ⅱ级，区块总资源密度大于0.03 $10^8m^3/km^2$，主要勘探层系资源密度大于0.005 $10^8m^3/km^2$，目的层埋藏深度小于5000米者。计有：

大方背斜带、桑郎断坳、绥江凹陷、师宗断阶、威信凹陷。

第三类区块：区块资源密度大于0.014，地质综合评价为Ⅱ级的区块。依次有：

滇黔北部坳陷中的昭通凹陷，南盘江坳陷中的右江断凹，桂中坳陷中的宜山凸起、来宾

凹陷，黔南坳陷中的黄平凸起、贯定断阶、独山鼻状凸起。

第四类区块：除上述区块外的其它区块。

第一类区块中各层系远景资源量中，其中石油约占评价区油总资源量的14.72%；天然气的总资源量约占评价区天然气总资源量的35.74～41.6%。

通过上述评价，入选的一类区块应是今后开展勘探的区块；二类区块应是今后准备开展勘探的区块。关于一、二、三类区块的地理分布见图2–4–2。

第二节　黔南坳陷含油气性简述

一、自然地理概况

黔南坳陷位于贵州省南部，即黄平、贵阳、安顺一线之南，其范围大致介于北纬25°05′～27°10′，东经105°30′～108°40′。东西长220公里，南北宽约120公里，北宽南窄，状似不规则的倒置梯形，面积约3万平方公里。

黔南坳陷东邻江南隆起，北与黔中隆起相接，西、南隔垭紫断裂分别与黔西南坳陷及华南褶皱系的罗甸断坳为邻（图1–4–8）。黔南坳陷，主要为泥盆系坳陷，现今的山川地貌并不具有坳陷性质，而是贵州高原的组成部分。苗岭山脉横贯其中北部，是长江水系与珠江水系的分水岭。全区平均海拔约1000米，南部海拔较低，相对高差50～150米不等。该区气候属高原湿润亚热带气候，冬无严寒，夏无酷暑，年平均温度在15°左右，最热月（7月）平均温度22℃～26℃；最冷月（1月）平均温度在5℃以上，全年无霜期多达300天。年降雨量1100～1400毫米，4～9月份雨量占全年降水量的70%以上。常年相对湿度多在80%左右。该地区水流多系近源河流，河道落差及其变化较大。如该区西邻的著名的黄果树瀑布。

陆上交通尚称方便，位居该区的贵阳市是陆上交通的中心。并有定期不定期航班飞往中国各主要城市。湘黔、贵昆铁路横贯北部，黔桂铁路纵贯于东部，并与华南，西南铁路网相连。公路交通较为发达，有贯穿南北的公路干线4条，横贯东西的公路干线3条，在上述公路网络中，有众多的支线深入腹地。

二、区域地质概况

1.地层简况

黔南坳陷位于扬子准地台的西南隅，南与华南加里东褶皱系（后加里东地台）为邻。晚元古代晚期的板溪群（约8亿年前）浅变质岩系构成该坳陷的基底。在该基底之上，沉积了自震旦纪至第三纪的各时代沉积。沉积岩总厚度大于13500米。其中震旦纪至中三叠世为海相沉积。层位比较齐全（图2–4–3、2–4–4）。晚三叠世至第三纪为陆相沉积，层位不全，分布零星。

下古生代地层出露于坳陷的东部和北部。上震旦统灯影组，主要由白云岩、藻白云岩组成，厚约400米，东部岩性侧变为白云岩夹硅质岩，且厚度减至50米左右。下寒武统主要为一套泥页岩、砂岩及石灰岩，其底部的黑色页岩厚达300米，是一套较好的生油层。中、上寒武统以白云岩为主，厚达1890米。在坳陷的东邻三都一带，侧变为一套巨厚的杂色泥页岩夹石灰岩。下奥陶统主要为白云岩、生物碎屑石灰岩、泥质石灰岩及泥岩，厚为300～600米，中、上奥陶统在大部分地区缺失。志留系主要由泥页岩、粉砂岩及砂岩组成，下部夹石灰岩。凯里地区奥陶、志留系油气显示普遍，并产少量油、气。下泥盆统出露于坳陷东

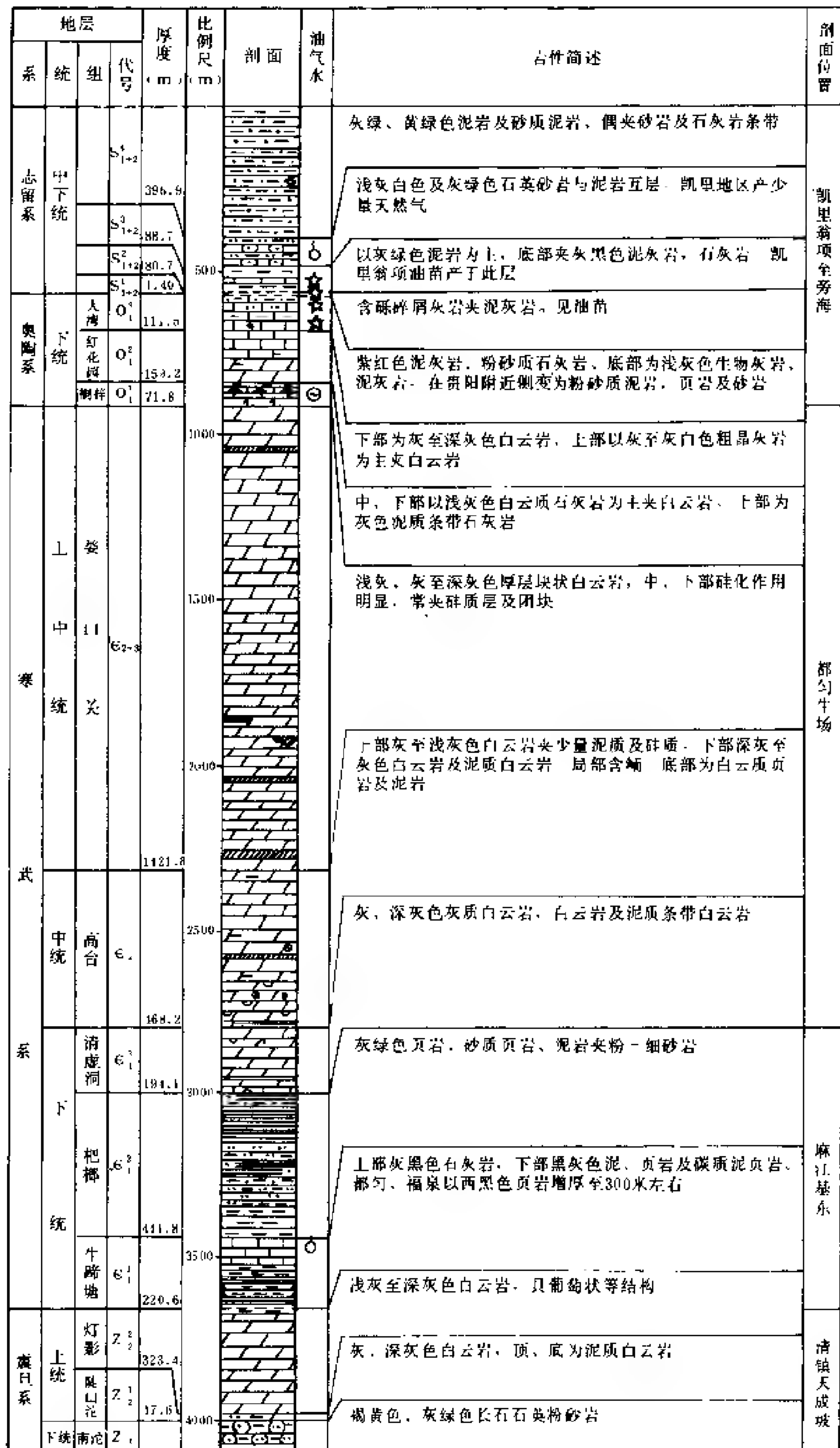


图 2-4-3 黔南坳陷下古生界综合柱状简图

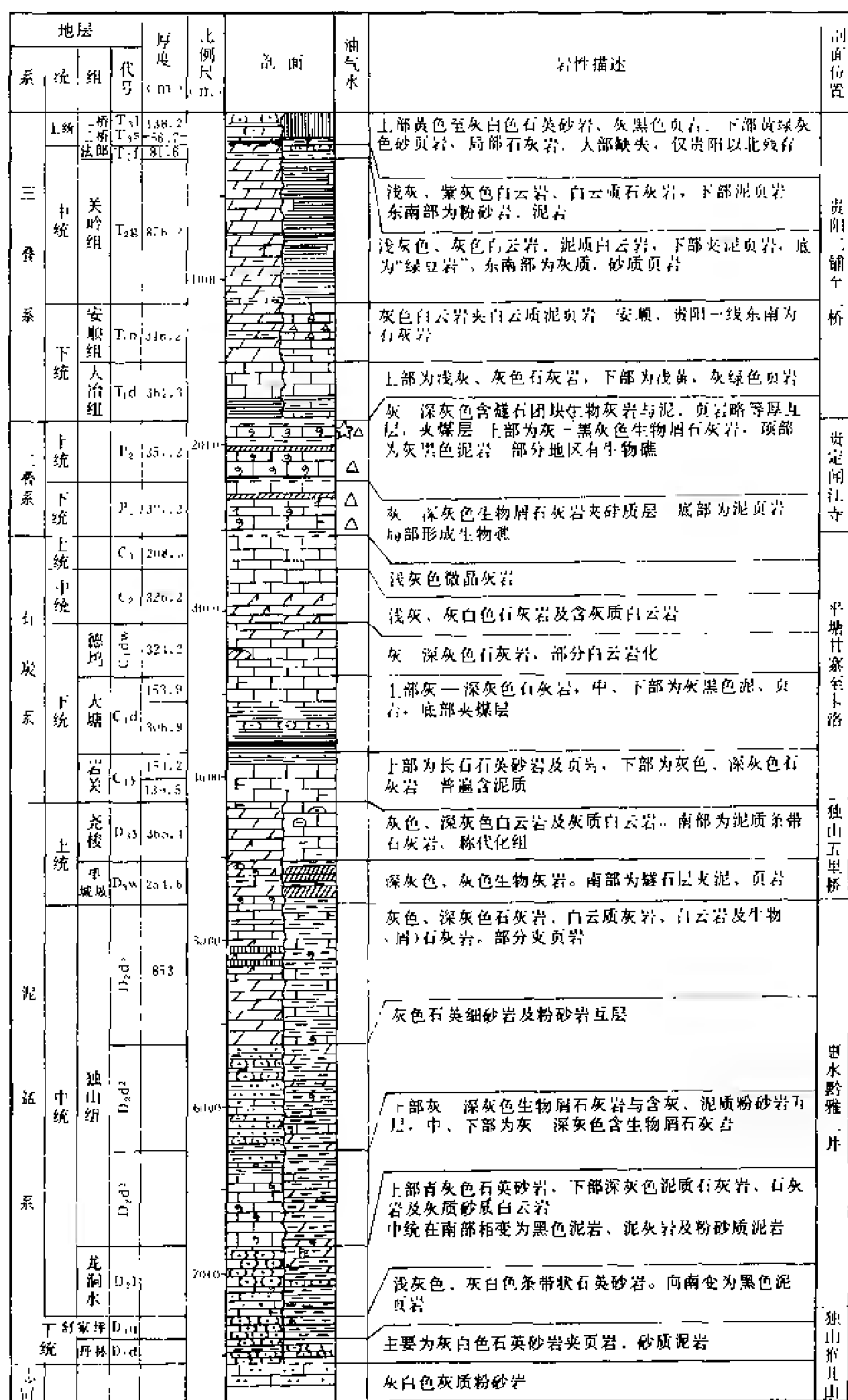


图 2-4-4　黔南坳陷上古生界至中三叠统综合柱状简图

部，由一套石英砂岩构成，厚约 300 米左右。中泥盆统岩性组合复杂，横向变化大，最大厚度达 5000 米左右，在坳陷内大致并存两个大的沉积相区，即坳陷东及东北部的台地沉积相区和西及西南部的盆地沉积相区；前者主要由石灰岩、白云岩、生物灰岩、生物碎屑石灰岩

及砂岩夹泥岩组成。后者主要由黑色泥岩、泥灰岩及粉砂质泥岩等组成（图 2-4-5）。在两大沉积区的交接地带，时有生物礁发现。上泥盆统岩性较单一，亦可分南北两大沉积相区，北部及东北部为白云岩，底部为石灰岩、生物灰岩；南部为泥质条带石灰岩、白云岩，底部为燧石层夹泥岩。厚约 600～700 米。泥盆系在坳陷东部及东北部多已出露，在坳陷的西北部连片深埋地腹，在坳陷中部，中泥盆统上部有零星出露。石炭系主要由石灰岩、生物灰岩及白云岩组成（下统夹一套泥页岩、砂岩，部分地区有煤线或煤层），总厚度约 1500 米，大部分地区已出露地表，仅坳陷西北部连片埋于地腹。二叠系主要由石灰岩、生物碎屑石灰岩、生物礁和含燧石团块石灰岩组成，底部及上部夹泥页岩及煤线。厚达 650 米左右。二叠系大部已出露地表，仅坳陷西北部有连片埋藏。中、下三叠统在坳陷中，可分为两大沉积区，坳陷西北部为碳酸盐岩台地沉积区，主要为白云岩、石灰岩及少量泥页岩组成；坳陷大部分地区为砂、泥岩夹少量石灰岩等。在上述两大沉积区的交接部位，时有生物礁发现。上三叠统为泥灰岩、泥岩及砂岩，分布局限。侏罗纪为陆相沉积，仅在贵阳附近有少量分布。白垩系，早第三纪沉积，星点分布于向斜核部，且层位不全。

图 2-4-5　黔南坳陷泥盆系对比简图

2.构造发展

坳陷的发育经历了五个阶段，即加里东期的稳定地台发育阶段，海西期的断坳阶段，印支期由海相沉积转化为陆相沉积阶段，燕山期的全面褶皱阶段及喜山期的抬升剥蚀阶段（图 2-4-6）。

构造期		地层		距今年数(Ma)	地壳运动	地壳运动特征
喜山期		第四系	Q	1	喜山运动	强烈抬升期
		第三系	N+E	67		
燕山期		白垩系	K_2	100	燕山运动	地台盖层强烈褶皱抬升期
			K_1	137		
		侏罗系	J	190		
海西印支期	东吴印支期	三叠系	T_3	205	印支运动	断陷继承发育期，末期由海相沉积转化为陆相沉积
			T_{1+2}	230	苏皖运动	
		二叠系	P_2	240	东吴运动	
	海西期		P_1	280	黔桂运动	坳陷、断陷发育期
		石炭系	C_{2+3}	325		
			C_1	350	紫云运动	
		泥盆系	D	405	广西运动	
加里东期		志留系	S	440	都匀运动	较稳定的地台发育期
		奥陶系	O	500	云贵运动	
		寒武系	∈	570		
		震旦系	Z	800	雪峰运动	
澄江晋宁期		板溪群（澄江）	Pt	1400±	四堡运动	地槽发育期
		四堡群（普宁）	Pt			

—— 整合　～～～ 假整合　～～～ 不整合

图 2-4-6　黔南坳陷构造发展阶段示意简图

加里东期（震旦纪至志留纪）是黔南坳陷较稳定的地台发育期。晚震旦世至志留纪的沉积厚度约 4000 米以上，岩性以碳酸盐岩为主夹砂、泥岩，横向变化较稳定，呈北东向展布的相带较规整。该时期黔南并未明显地表现出坳陷性质。加里东末的广西运动，其北邻形成黔中隆起，南侧出现桂西北隆起，在南北隆起的夹持衬托下，具有负向构造的特征。

海西期是断坳发育期，亦是黔南坳陷的主要形成期。泥盆、石炭系沉积巨厚，达 7000～8000 米，在拉张应力作用下，出现了北西西向裂陷槽地，致使泥盆、石炭系岩性、岩相出现南北分异，南部裂陷槽中，形成了厚度巨大的黑色、暗色泥岩、泥灰岩、石灰岩及生物灰岩沉积。二叠纪中期的东吴运动使全区抬升为陆，并受到普遍剥蚀，坳陷南部有少量基性

岩类（辉绿岩）入侵。该构造期另一次重要的地壳运动，是早石炭世早期的紫云运动，它使坳陷在发展过程中，出现了次级隆起。

印支期是坳陷继承发育期，裂陷活动继续发展，致使三叠纪沉积出现明显的南北分异。中三叠世末的印支运动，结束了该地区的海相沉积历史，开始了陆相湖盆的发育历程（图2-4-7）。

燕山期是坳陷的全面褶皱期，发生于早第三纪或晚白垩世前的燕山运动，是该地区的一次重要褶皱运动，它横向上席卷整个地区，纵向上板溪群至整个古生代地层均卷入褶皱，形成了现今南北向及北东向为主体的构造格局的雏型。

喜山期是坳陷抬升剥蚀期，在燕山期所形成的构造格局基础上，受到强烈的抬升和剥蚀，形成了现今的地表构造型式（图2-4-8）。

三、石油地质特征

1.油气苗

黔南坳陷及其毗邻地区油气苗分布广泛。在层位上自上震旦统至中三叠统均有分布（表2-4-3）。油气苗在层位上多集中于奥陶、志留系及二叠系，在地域上多成带分布。如奥陶系、志留系有地面油苗77个，绝大部分集中于坳陷东北部凯里一隅；二叠系油苗则集中分布于坳陷北部边缘一线。这些油气苗以及沥青的产状，多为晶洞—裂缝型。坳陷东北部的虎庄背斜及其附近，不但油气苗众多，且曾有油气产出。在中、深井钻探中，亦曾见到油气显示，如王参井、窑一井，在中泥盆统中曾有气显示，庄一井在下寒武统中曾见气显示等。部分油气苗的组分分析成果见表2-4-4。

2.生油层

坳陷中的生油岩可分泥质岩及碳酸盐岩两大类。上震旦统至中泥盆统泥质岩类生油岩总厚度达2300～3300米，碳酸盐岩生油岩的厚度达1350～2550米。碳酸盐岩生油岩中，有机碳含量最大值可达0.69%（D_2），一般值均在0.03%以上。泥岩生油

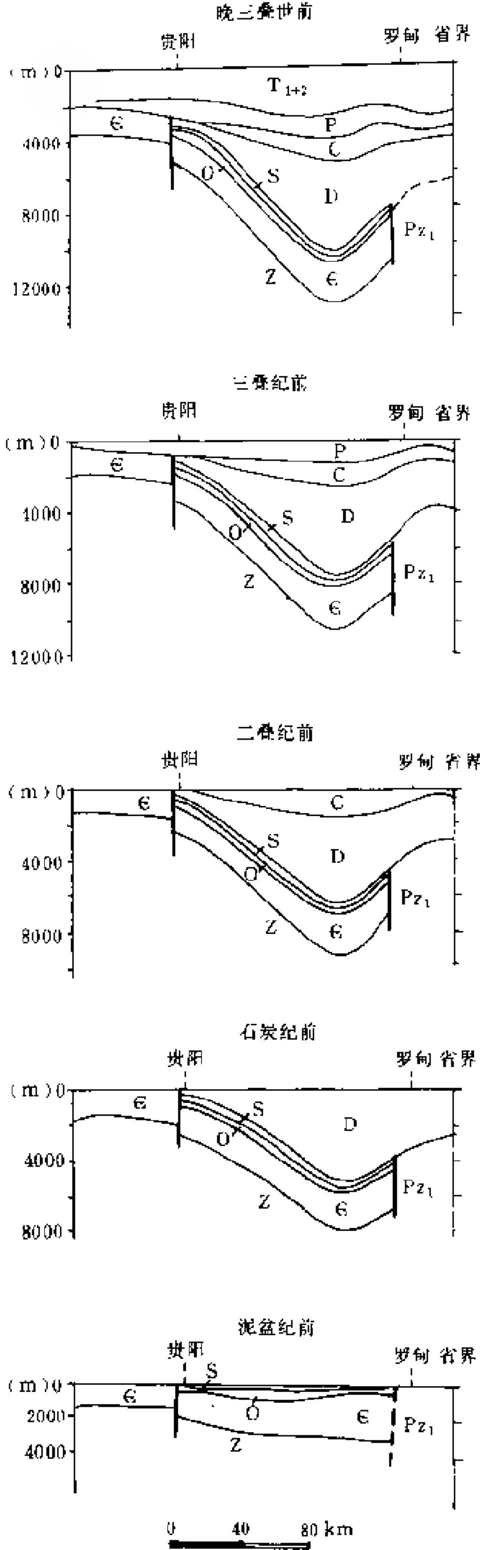


图2-4-7　黔南坳陷构造发展横剖面图

图 2-4-8　黔南构造横剖面图

表 2-4-3　地面油气苗点统计表

地层时代	油苗	气苗	沥青点	合计
上震旦统		1	14	15
寒武系	1	6	4	11
奥陶系	13	3	9	25
志留系	64	3	11	78
石炭系	1	4		5
二叠系	5	5	5	15
三叠系	11	3	1	15
总　计	95	25	44	164

表 2-4-4　黔南坳陷部分地面油苗分析成果简表

层位	位置	产出类型	组　分				
			饱和烃	芳香烃	非烃	沥青质	相对密度
下寒武统	台江草东	晶洞—裂隙	39.30	7.08	12.46	41.16	
下奥陶统	凯里洛棉	裂隙	41.41	10.89	16.66	31.03	0.839
志留系	凯里洛棉		57.36	12.72	26.23	3.70	
泥盆系	凯里方湖	晶洞	31.73	1.25	60.76	6.26	
上二叠统	福泉凤山	裂隙晶洞	10.06	20.92	25.68	43.34	
中三叠统	福泉凤山	裂隙型	59.38	9.01	27.23	4.38	

岩有机碳含量可达 2.88%（D_2）。碳酸盐岩中氯仿沥青"A"的含量，大值可达 260ppm（D_2），凯里虎庄地区奥陶、志留系中的碳酸盐岩生油岩氯仿沥青"A"值可达 200～400ppm，其它一般小于 100ppm。泥岩中氯仿沥青"A"值一般小于 100ppm。

下古生界各层系生油岩的有机母质，以腐泥型为主。中泥盆统及其以上层位的生油岩有机母质多数为腐泥型，部分为腐植型及混合型特点。

有机质成熟度：坳陷中大部分地区有机质成熟度较高，一般均达高成熟和过成熟阶段，镜质体反射率（R_o）为 2～3%左右，个别地区可达 5%。凯里地区（黄平凸起）有机质成熟度相对较低，属成熟期，R_o 测定值一般为 0.7～1%。表 2-4-4 所示的油苗族组分分析成果，也说明该地区的有机质成熟度相对较低。

3.储集层

坳陷中碳酸盐岩储集层比较发育，可分为四种岩石类型，即石灰岩、白云岩、碎屑碳酸盐岩（包括生物碎屑）和孔洞层碳酸盐岩四类。上述四种岩石类型中，以孔洞层碳酸盐岩平均孔隙度值相对最大，达 6.61%，其次为白云岩，孔隙度平均值为 4.03%，碎屑碳酸盐岩

及石灰岩的孔隙度值较低，其平均值分别为2.29%和1.62%。此外碳酸盐岩中次生缝、洞发育，在相当程度上，改善了储集空间。碳酸盐岩储集层的发育层位，主要为上震旦统灯影组白云岩、藻白云岩（厚300～400米），在都匀以东的凯里、三都一带，岩性侧变为硅质白云岩夹硅质层，储集层性能变差，厚度减至50米左右。寒武系的白云岩、石灰岩（厚1500米以上），下奥陶统的石灰岩、生物碎屑灰岩、白云岩（厚200～400米），中泥盆统石灰岩、白云岩及生物礁等（厚1000米左右），石炭、二叠系及中、下三叠统碳酸盐岩储集层亦甚发育，地面已发现有各种生物礁，埋于地腹的生物礁，亦是重要的储集类型。此外尚有砂岩类储集层，如分布于都匀以东的志留系砂岩、粉砂岩，厚50米左右，是虎庄背斜的主要储气层之一。

在坳陷中，各时代地层中，均有泥岩、页岩存在，在各个地区，局部盖层是存在的。

4.储盖组合

本坳陷中有五套储盖组合（图2-2-20）。即Ⅰ上震旦统灯影组白云岩、藻白云岩及下寒武泥页岩组合，Ⅱ下奥陶统石灰岩、白云岩、生物碎屑石灰岩及志留系泥页岩组合，Ⅲ中泥盆统本身的碳酸盐岩及泥页岩组合，Ⅳ石炭系、二叠系的碳酸盐岩及泥页岩组合，Ⅴ三叠系泥页岩及碳酸盐岩组合。其中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组合在大部分地区保存较好，是黔南坳陷的主要勘探组合，Ⅳ、Ⅴ组合在坳陷西北部的安顺宽向斜保存较好。由于沉积和构造的差异，储盖组合因地而异。上述五大套生储盖组合中，又可分为若干亚组合。

5.圈闭

坳陷中共有地面局部构造51个。均经地面详查或细测。经过地震勘探的有6个。其中构造轴部出露地层是三叠系的有7个，二叠系的有7个，石炭系的有16个，泥盆系的有15个，志留系的有2个，奥陶系的有3个，寒武系的有1个。在上述构造中，有穹窿状构造11个，短轴构造23个，狭长构造10个，鼻状构造7个。另外，经地质路线观察确定有构造圈闭存在的还有40个左右。除地表构造圈闭外，据沉积特征和构造特征分析，尚可能存在地层圈闭、岩性圈闭及复合圈闭，如古潜山型圈闭，以生物礁为主体的圈闭，岩性侧变形成的上倾尖灭圈闭等。

四、二级构造单元及含油气简况

黔南坳陷内有五个二级构造单元，即长顺凹陷、安顺宽向斜、贵定断阶、黄平凸起及独山鼻状凸起（图2-4-9）。现分述如下：

1.长顺凹陷

位于黔南坳陷中南部，是黔南坳陷的重心所在，东西长120公里，南北宽100公里，面积约12600公里，状似不规则的长方形。该坳陷居于苗岭山脉之南（西部跨苗岭分水岭），北高（海拔在1000米左右）南低（海拔在600米左右），相对高差50～150米左右。四季温差较小，气候宜人，水流多呈南北向。以贵阳为中心的铁路、公路及空运交通方便。

凹陷中，古生界及三叠系发育，沉积厚度大于13500米，泥盆系、石炭系尤为发育，厚度为7000～8000米，石炭系、二叠系及上泥盆统多已出露，中泥盆统上部多构成主要大型背斜的核部。地表背斜构造宽缓呈南北向；向斜陡窄，且伴有大量走向断层，部分具复向斜性质；大型背斜构造有平火坝、通州、雅水、谷增、王佑和广顺等。主要勘探储盖组合为中泥盆统下部碳酸盐岩及泥页岩、砂泥岩组合；志留系泥页岩及砂岩组合；志留系泥页岩及下奥陶统碳酸盐岩组合。

全区已进行重磁力普查。在王佑、谷增和雅水等构造上进行过重力详查，详查面积

3050 平方公里。在上述构造上使用磁带地震仪进行过地震试验勘探，地震测线总长 240.4 公里。初步证实王佑、广顺等地下构造圈闭存在。1959 年以来，先后在王佑、雅水、平火坝、谷增以及邻近的桑郎、火烘等构造上钻探中、深井九口（图 2–4–9，其中王深 1 井、雅超深 1 井、黔雅 2 井系地质部第八普查勘探大队所钻）。上述各中深探井的钻探目的有两个方面：①认识中泥盆统的含油气性；②揭露泥盆系之下的志留、奥陶系含油组合。但或因泥盆系，特别是中泥盆统在长顺凹陷中的大部地区变厚，或因钻探中工程上的原因，第二个钻探目的均未达到。

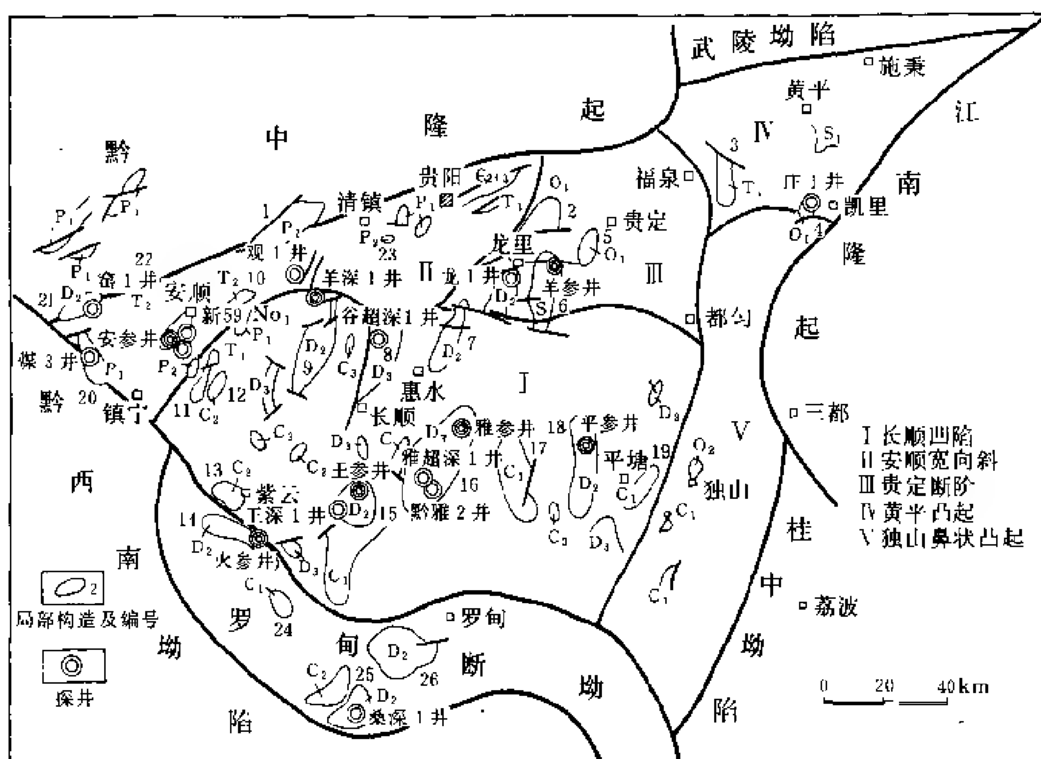


图 2–4–9　黔南坳陷构造单元及主要局部构造分布图

（图中主要构造名称及主要钻孔情况见表 2–4–5）

凹陷中生油岩的热演化程度均已进入干气阶段，在凹陷南部王佑一带，推算的镜质体反射率值在 5%左右，已进入过成熟期，因此，在凹陷中应以找气为主，凹陷中天然气的资源量约为 400～1300 亿立方米。

该凹陷的东北侧、东侧的黄平凸起和独山鼻状凸起上，志留、奥陶系油气苗众多，且形成了虎庄下奥陶统、志留系浅层残留油气藏及麻江古油气藏。据奥陶、志留系沉积展布特点，它们在长顺凹陷地腹有埋藏。因此揭露该凹陷中的下奥陶统、志留系的含油性，将是今后勘探的重要目的。30 多年来，上述各中、深井的钻探，均未达到此目的。

凹陷中西部的广顺构造，系叠加于海西期所形成的次级凸起上的构造（早石炭世凹陷中的凸起，曾命名为"广顺隆起"），该构造核部出露中泥盆统上部。经近年来的地震试验勘探，初步证实地下有构造圈闭存在（图 2–4–10）。在高点部位预计 2500—2800 米即可钻达志留系，志留系估计由砂岩及泥页岩组成，其中砂岩、粉砂岩厚度预测有 100 米左右，其本

身构成一个储盖组合；下奥陶统为碳酸盐岩，厚约150米左右，它与志留系泥页岩一起构成另一个储盖组合。在志留系与下奥陶统之间，存在有区域间断，它可能在一定程度上，对下奥陶统顶部石灰岩的储集性能有所改善。如能在广顺构造上钻一参数井，将对整个长顺凹陷含油、气前景的认识，具有重要意义。

表 2–4–5　黔南坳陷主要构造及钻井情况简表

编号	构造名称	制图层	闭合面积	构造类型	编号	构造名称	制图层	闭合面积	构造类型
1	关口	P_β	140	短轴	14	火烘	P 底	104.4	狭长
2	云台山	C_1^4 顶	128.2	穹隆	15	工佑	D_2^1 底	142.6	穹隆
3	风山	T_1 顶	40.52	鼻状	16	雅水	C_1^1 顶	456.8	穹隆
4	虎庄	O_1^2 顶	24.4	穹隆	17	通州	C^1 顶	192.2	短轴
5	白岩	C_1^1 底	41.6	短轴	18	平火坝	C 底	193.3	短轴
6	羊场	C_1^1 底	92.5	短轴	19	马坡	P_1^1 顶	26.2	狭长
7	上红岩	C^4 底	86.2	狭长	20	大煤山		53 1	狭长
8	谷增	P_1 顶	222.8	短轴	21	大窑		58	短轴
9	广顺	D_3^2 顶	178.1	短轴	22	安顺	T_2^1 顶	29.8	穹隆
10	二铺	T_2 顶	30.2	短轴	23	林东	P_2^1	7.4	穹隆
11	毛栗坡	P_1^2 底	26.6	短轴	24	翁刀	P_1 底	42.2	穹隆
12	杨家关	P_1^2 底	37.5	短轴	25	桑郎	D_1^1 顶	81.8	穹隆
13	白岩田坝	P_1 底	50	穹隆	26	床井	D_3^1 顶	240 4	穹隆

井号	钻探构造	完钻日期	完钻井深 (m)	完钻层位	油气显示	井号	钻探构造	完钻日期	完钻井深 (m)	完钻层位	油气显示
安参井	安顺	1959.10.1	2033.26	P_1^1		谷超深1井	谷增	1979.6.28	3362.99	D_1^2	油迹、气
羊参井	羊场	1974.4.10	2921	ϵ_1		庄1井	虎庄	1974.7.29	2945	ϵ_1	气
平参井	平火坝	1971.12.12	2700	D_2		雅参井	雅水	1961.8.29	2330.14	D_2	
雅超深1井	雅水	1977.10.7	3107.0	D_2	油迹	王参井	工佑	1974.8.12	3946 21	D_2	微气
王深1井	王佑	1981 5.21	4011.0	D_2	气	羊深1井	跳花坡	1978.10.2	2356.0	T_1	气
火参井	火烘	1961.2.22	1414.37	D_2		桑深1井	桑郎	1979.10.25	2023	D_1	
黔雅2井	雅水	1984.4.29	4509	D	沥青	窑1井	大窑	1960.4.24	1200.75	D_2	气泡
煤3井	大煤山	1959 11.30	1277.05	P_1		新59/No1	新场	1960.1.15	1232.25	P_1^{2+3}	
观1井	观音洞	1959.10.17	1323.49	T_2		新60/No2	新场	1960.7.12	1200	P_1	
龙1井	龙里	1961.6 18	1400.1	S_{1-2}							

2.安顺宽向斜

位于黔南坳陷西北侧，东西长140公里，南北宽30公里，面积约4200平方公里，呈长条形。该地区位于长江水系和珠江水系的分水岭上，属丘原地貌，海拔1000～1400米不等，地势大部平缓，喀斯特孤峰耸立于丘原面上，相对高差较小。著名的黄果树瀑布及其附近的瀑布群位于该地区西侧，它与安顺的龙宫、清镇的红枫湖以及贵阳的花溪等组成自然风景秀丽的旅游区。交通十分方便。贵昆铁路横贯东西，以贵阳、安顺为中心的公路交通网四通八达，是贵州经济较发达的地区之一，也是贵州农业较发达的地区。

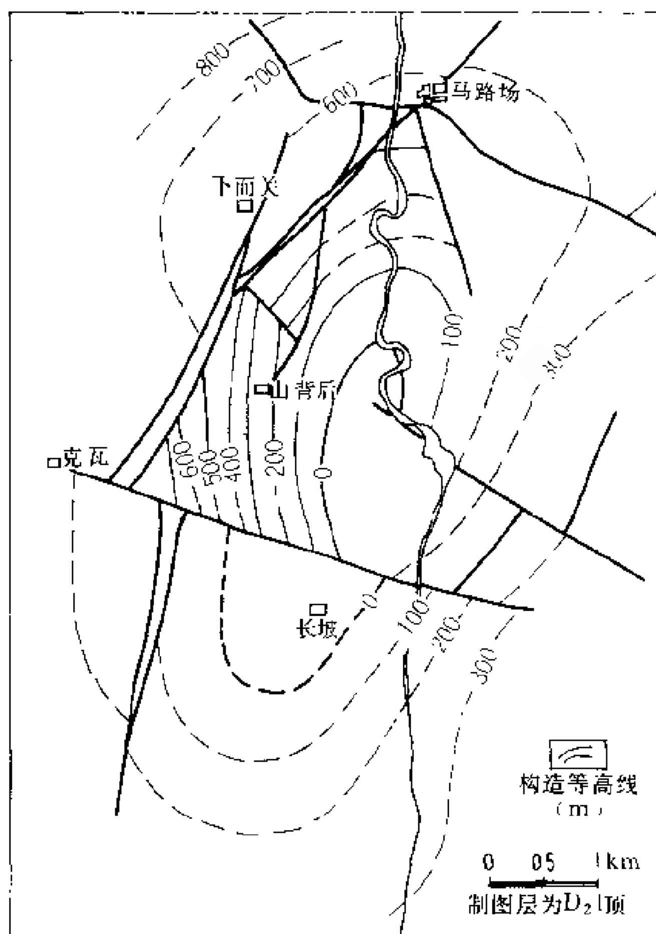


图2-4-10 黔南坳陷长顺凹陷广顺背斜地震构造图

安顺宽向斜南与长顺凹陷为邻，北与黔中隆起相接，处于隆起与坳陷的过渡地带。在三叠纪之前，各时期古构造及其发展显示属斜坡性质。地表主要分布的是三叠纪碳酸盐岩，此外二叠系、石炭系也有星点裸露。地腹埋藏有震旦系、寒武系及下奥陶统以碳酸盐岩为主的地层。区内缺失中、上奥陶统，志留系可能在大部地区，特别是西北缺失，中泥盆统以上地层齐全，但厚度与长顺凹陷相比变小。地表构造线在西部以北东向的短轴背斜群的形式出现，如安顺、新场、大硐等构造，核部出露三叠系及二叠系，部分构造轴部出露石炭系。中部地表构造线呈近南北向，如平坝附近的观音洞背斜、羊昌河向斜、贵阳之西的林东背斜等。东部地表构造线则为北东向，如永乐堡背斜、羊场司向斜等。

安顺宽向斜地表的三叠系碳酸盐岩中，油苗很多，且集中分布于贵阳东郊的羊场司向斜（倪儿关一带）、平坝羊昌河等地。羊场司向斜的三叠系大冶灰岩（T_1^1）中之晶洞油苗，已闻名于世，早在1916年就被人们发现。地质部第八普查勘探大队前身曾先后于1956年、1959年，在油苗附近的泡木冲、永乐堡各钻浅井1口。1960年2月至1961年3月，贵州石油勘探局曾又打浅井16口（图2-4-11）、（表2-4-6）。但均未获成果。地面和井下所发现的油苗及油显示，大多集中于大冶灰岩的“上晶洞层”中，而与其下相距41米的“下晶洞层”则不含油。

"上晶洞层"为石灰岩，深灰色石灰岩，厚为9米，晶洞外形极不规则，洞壁不规整，大小不等，其中多有原油充填，晶洞间连通性不好，此种晶洞多在成岩过程中形成。

"下晶洞层"为深灰色白云质石灰岩，厚为11.5米，晶洞中多有方解石充填，具环状构造，此种晶洞多为后生溶蚀作用形成。

上晶洞层在相距很近的浅井中，有的含油好，有的则无油气显示，如倪9井油气显示差，但相邻的倪34井则显示很好（图2-4-11）。又如相邻的倪12、13、14、33井，其中13井含油最好，14井次之，而12、33井最差。这些事实似乎说明，"上晶洞层"中之油苗乃是本层自生的微量原油，在成岩过程中聚集于晶洞中，由于晶洞封闭性极好，互不连通，故能长期保存。今天，在以往开掘的散石块中敲打，仍可见到晶洞中有原油流出，可见其封闭之好。因此，研究者多把这类油苗称为"死油苗"。"上晶洞层"的油苗呈深褐色，经分析其族组分为：饱和烃占53.53%，芳香烃占17.63%、非烃占11.86%，沥青质占9.62%。其碳氢元素含量是：C占82.14%，H占11.41%，H／C为1.66。

羊昌河地区位于安顺宽向斜中部的平坝县南郊，是三叠系南北两大相区的相变地带。由于在中三叠统中发现董场油苗，地质部第八普查大队前身，于60年代初期，在本区钻浅井6口。1971年，又打浅井7口，各井均见到较丰富的油显示，但未获得工业油流。1976年7月～1978年10月又在该地钻了羊深1井，井深2356米，钻至下三叠统完钻。在中三叠统中，有多处气测异常显示，井深900米以浅的气样分析甲烷含量为83.82%，乙烷为5.60%，丙烷为1.84%，氮气为7.09%，二氧化碳及硫化氢气为1.50%，不饱和烃为0.20%，氢气为0.26%，经井下系统采岩芯样分析、各岩类的有机碳含量是：钙质泥岩为0.34%，泥灰岩为0.35%，石灰岩为0.2%，白云岩为0.12%。

1959年，在安顺构造上钻有中深井一口（安参井），井深2033.26米，钻至下二叠统下部，因工程问题完钻，无直接油气显示。

深埋地腹的中泥盆统的泥质岩与下奥陶统的碳酸盐岩储盖组合，可能是安顺构造及其附近的主要勘探目的层。据地质推论，在安顺构造上，5000米可钻穿该组合。安顺构造之南的杨家关构造，因轴部已出露中、上石炭统，4000米钻机即可钻穿上述组合。宽向斜东部，贵阳附近的林东构造，轴部出露上二叠统煤系，地腹石炭系及泥盆系急剧减薄，缺失志留系，上震旦统白云岩及其上的下寒武统泥页岩组成一套良好的储盖组合，其埋深2500米左右，是勘探震旦系碳酸盐岩的较好构造。

3.贵定断阶

位于黔南坳陷北部，面积约3470平方公里，呈方块形。北接黔中隆起，南与长顺凹陷为邻，东、西分别与独山鼻状凸起、安顺宽向斜相接。地表主要为近东西向的断裂形成的断块，总的说来，北部断块较高，南部断块较低。北部断块地表出露奥陶、志留系，南部主要出露泥盆、石炭及其以上地层。该断块中，在中上泥盆统中有油苗显示，上震旦统白云岩与下寒武统泥页岩构成良好储盖组合，且保存较好。地表有近南北向和北东向背斜，如头司、羊场、云台山等背斜。

1971年9月至1974年4月，曾在羊场背斜北端（岔河高点）钻探羊参井一口，开孔层位为下志留统，钻至下寒武统中部金顶山组完钻，井深2945.20米，钻探过程中，未发现油气显示，但在下寒武统上部碳酸盐岩地层中，钻井液有大量漏失。

4.黄平凸起

位于坳陷东北角的黄平、凯里等地，东西长约60公里，南北宽约65公里，面积约

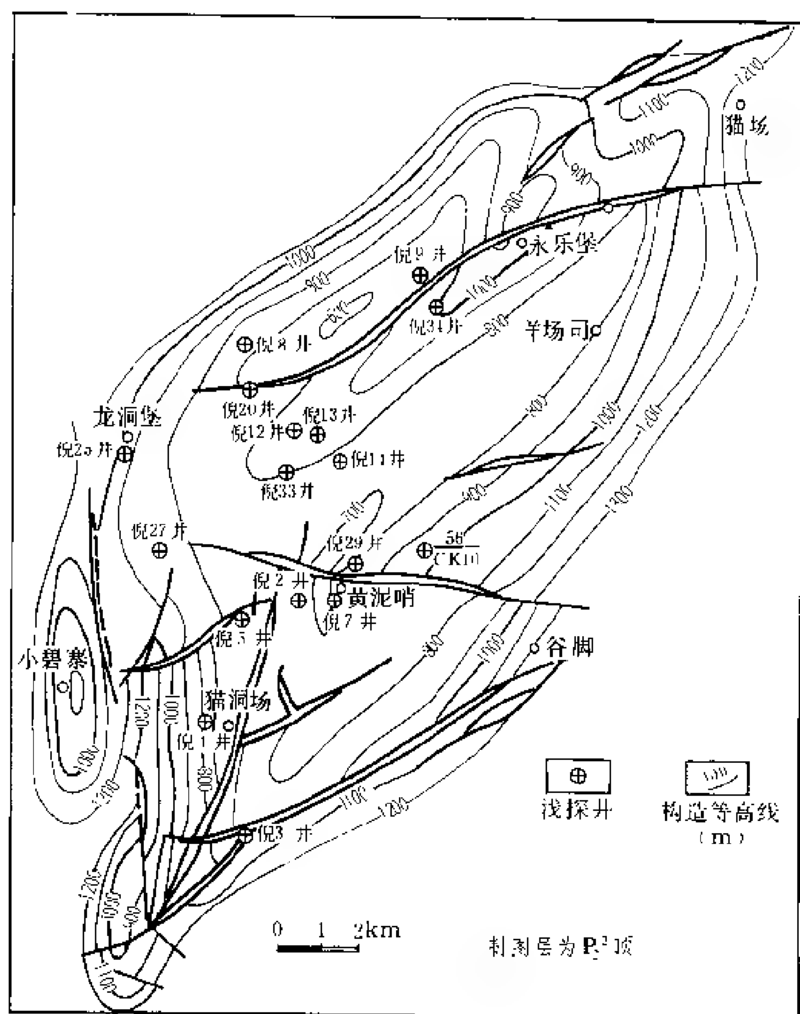


图 2-4-11 黔南坳陷安顺宽向斜羊场司向斜井位分布图

表 2-4-6 黔南坳陷安顺宽向斜羊场司向斜钻井简表[1]

项目 \ 井号	倪 2 井	倪 4 井	倪 5 井	倪 7 井	倪 8 井	倪 9 井	倪 12 井	倪 13 井
井深（m）	363.67	320.70	349.23	409.48	323.59	447.87	238.57	464.64
开孔/终孔层位	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^r}{P_2}$	$\frac{T_1^n}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^r}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$

项目 \ 井号	倪 14 井	倪 20 井	倪 25 井	倪 27 井	倪 29 井	倪 31 井	倪 33 井	倪 34 井
井深（m）	275.61	353.99	110.62	230.15	242.89	288.77	431.89	152.91
开孔/终孔层位	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T_1^d}{P_2}$	$\frac{T^d}{P_2}$

①T_1^n：下三叠统安顺组。

3850平方公里，状似倒置梯形。

该地区位于苗岭山脉北侧，海拔800～1200米，属丘陵山地，相对高差50～150米不等。湘黔铁路横贯本区南部，以黔东南苗族侗族自治州首府凯里市为中心的公路交通方便。

黄平凸起在加里东晚期处于黔中隆起和江南隆起的鞍接部位，燕山期形成以虎庄背斜为代表的地表褶皱时（伴有大量断层），奥陶、志留系的生油岩正处于成熟阶段，由于生油岩的生油高峰期（成熟期）与背斜圈闭形成期搭配协调，形成了虎庄背斜奥陶、志留系油气田。喜山期，由于强烈抬升，上覆层系在构造上遭受到强烈剥蚀，虎庄背斜核部部分含油层系裸露地表，油气遭到散失，仅局部封闭较好地段，有少量油气残存。

本区南部地表有连片的志留系分布，在其周缘出露奥陶及寒武系，北部则为大片中、上寒武统分布。以虎庄背斜、鱼洞向斜为代表的构造呈北东向展布。它是各层系油气苗、特别是奥陶、志留系中的油气苗集中分布地区。著名的翁项油泉即位于此。在虎庄背斜、野山向斜及凯棠向斜的浅井钻探中，曾获得少量油气流；在中、深井（庄1井）钻遇下寒武统石灰岩时，有气显示。

贵州石油勘探初期，为在油气苗集中分布地带找到油气田，地质部第八普查勘探大队，首先在虎庄背斜进行浅井钻探，在1956年6月16日至1956年的8月20日，于虎庄背斜北翼完成了56／CK_1井钻探，井深440.24米，在中、上寒武统白云岩中终孔。贵州石油勘探局及其前身，于1958年10月开始，在虎庄、凯棠及野山向斜，开展了浅井钻探，延续至1961年中期。1970年～1974年，为在贵州早日突破出油关，在虎庄背斜西北翼鱼洞樟水树止断层的下盘鱼洞地区及凯棠地区，再次进行浅井钻探。为认识该地区奥陶、志留系覆盖下的寒武、震旦系的含油性，于1972年9月19日～1974年7月29日，在虎庄背斜高点（经地震查明）完成了庄1井。至此该地区的钻探活动停了下来。

虎庄背斜，呈北东向，地表由下志留统组成，圈闭面积24.4平方公里（以下奥陶统红花园组（O_1h）顶面为标准层），高点部位出露下奥陶统。在该背斜上已作地震测线67.378公里，共钻井37口（包括其北邻的鱼洞地区），其中五口井为地质部第八普查勘探大队及其前身所钻，总进尺21077.89米，浅井深500米左右，其中深井（庄1井）1口，井深2945米，钻至下寒武统下部（图2–4–12）（表2–4–7）。在虎庄背斜东邻的野山向斜共有浅井9口，其中两口井为地质部第八普查勘探大队及其前身所钻，总进尺4371.27米（图2–4–13）（表2–4–8）、凯棠向斜共钻浅井9口，其中五口为地质部第八普查勘探大队所钻，总进尺共3752.14米（表2–4–9）。

经钻探查明，虎庄背斜志留系下部砂岩段（S_{1-2}^{3}），厚50米左右，为主要产气层位。其中产气量最大者为虎41井，6mm孔板日产气5400立方米。其余各井如虎37、23、47、45、18、27、30等井，均有不同程度的天然气产出，少则几立方米，多则数十立方米至数百立方米。虎47井在下奥陶统上部（大湾组）经酸化压裂后，累计产原油2300公斤。其它井多见油浸或少量原油。下奥陶统中部（红花园组）多见油显示。下奥陶统下部（桐梓组），已钻穿该层的多数井，有严重漏失，如庄1井在钻入桐梓组后第一次漏失清水约1300立方米，第二次漏失130立方米。在钻遇下寒武统下部石灰岩时，岩芯中有气显示。

野山向斜、凯棠向斜的浅井钻探中，均有不同程度的油气显示，其显示层位多在中、下志留统（S_{1-2}^{1-2}）及下奥陶统上部。野山向斜下奥陶统上部的油气显示，自石灰岩裂隙或方解石晶洞内溢出，沥青则多产自岩石裂隙或与方解石脉共生。凯棠向斜浅井中的油、沥青显示，多集中于中下志留统（S_{1-2}^{1-2}）。其中的一层砂岩，厚约一米，凯1井测试时，曾见原油

100公斤，凯8井见原油20公斤，凯11井获5公斤，油质粘稠。

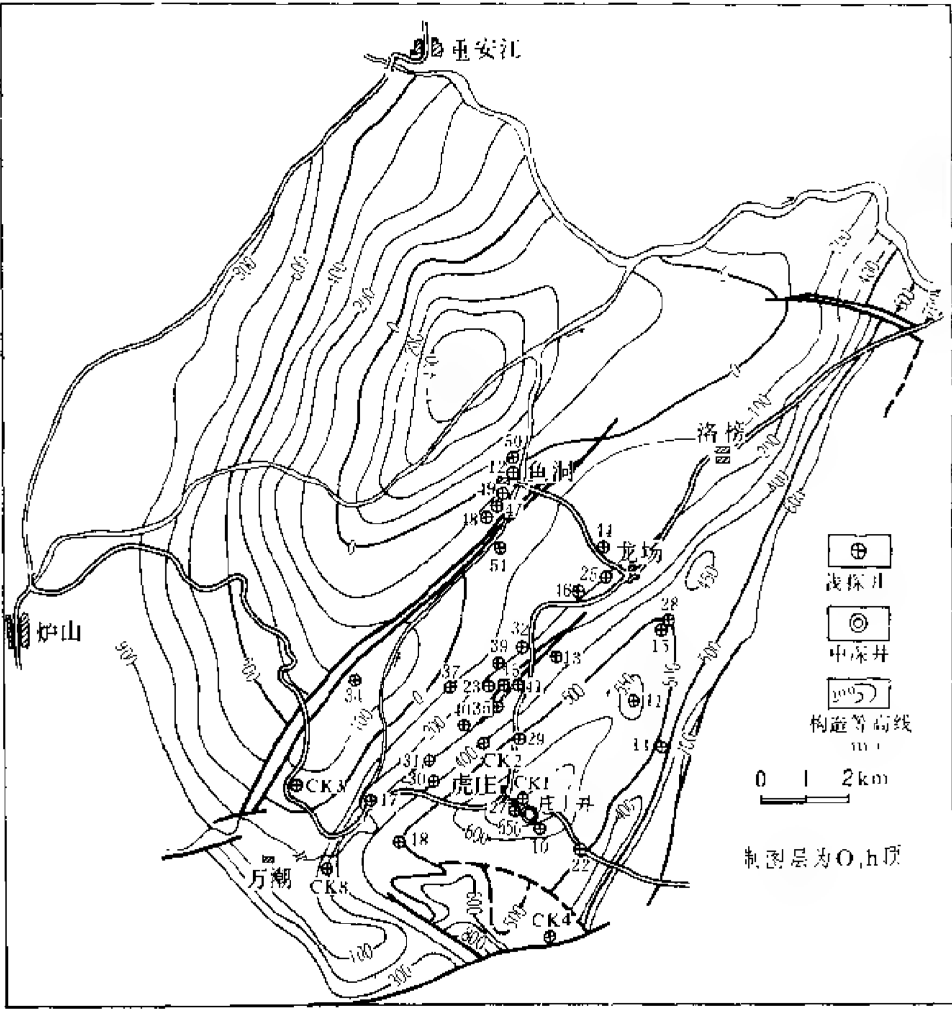


图2-4-12 黔南坳陷黄平凸起虎庄背斜、鱼洞地区构造及井位分布图

表2 4-7 虎庄背斜钻井简表

项目＼井号	56／CK_1	56／CK_2	56／CK_3	56／CK_4	56／CK_8	虎10井	虎11井	虎12井
井深（m）	440.24	736.74	564.27	344.03	158.78	265.46	231.91	704.22
开/终孔层位	$\frac{S_{1-2}}{€_{2-3}ls}$	$\frac{D_3}{€_{2-3}ls}$	$\frac{P_1}{S^4_{1-2}}$	$\frac{S^3_{1-2}}{O_1t}$	$\frac{D_2}{S^4_{1-2}}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1h}$	$\frac{O_1d}{O_1h}$	$\frac{D_3}{€_{2-3}ls}$

项目＼井号	虎13井	虎14井	虎15井	虎17井	虎18井	虎22井	虎23井	虎25井
井深（m）	484.22	378.36	311.08	410.32	478.89	417.26	555.34	538.22
开/终孔层位	$\frac{D_3}{S^3_{1-2}}$	$\frac{S^2_{1-2}}{€_{1-2}ls}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1h}$	$\frac{D_3}{S^3_{1-2}}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^3_{1-2}}{O_1}$	$\frac{D_3}{O_1d}$	$\frac{P_1}{S^4_1}$

续表

井号 / 项目	虎27井	虎28井	虎29井	虎30井	虎31井	虎32井	虎34井	虎35井
井深（m）	357.39	312.55	460.67	394.26	390.24	622.28	498.35	369.10
开/终孔层位	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}^4}{O_1}$	$\frac{D_3}{O_1d}$	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$	$\frac{P_1}{O_1}$	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$

井号 / 项目	虎37井	虎39井	虎40井	虎41井	虎44井	虎45井	虎46井	虎47井
井深（m）	554.01	703.33	500.07	519.62	929.15	750.50	925.25	650.42
开/终孔层位	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$	$\frac{D_3}{S_{1-2}}$	$\frac{P_1}{O_1}$	$\frac{D_3}{O_1t}$	$\frac{P_1^2}{O_1h}$	$\frac{S_{1-2}^4}{\in_{2-3}ls}$

井号 / 项目	虎48井	虎49井	虎50井	虎51井	庄一井			合计37口井
井深（m）	530.00	595.30	553.06	498.00	2945			21077.89
开/终孔层位	$\frac{D_3}{O_1h}$	$\frac{D_3}{O_1t}$	$\frac{D_3}{O_1d}$	$\frac{P_1}{O_1t}$	$\frac{S_{1-2}}{\in_{1}m}$			

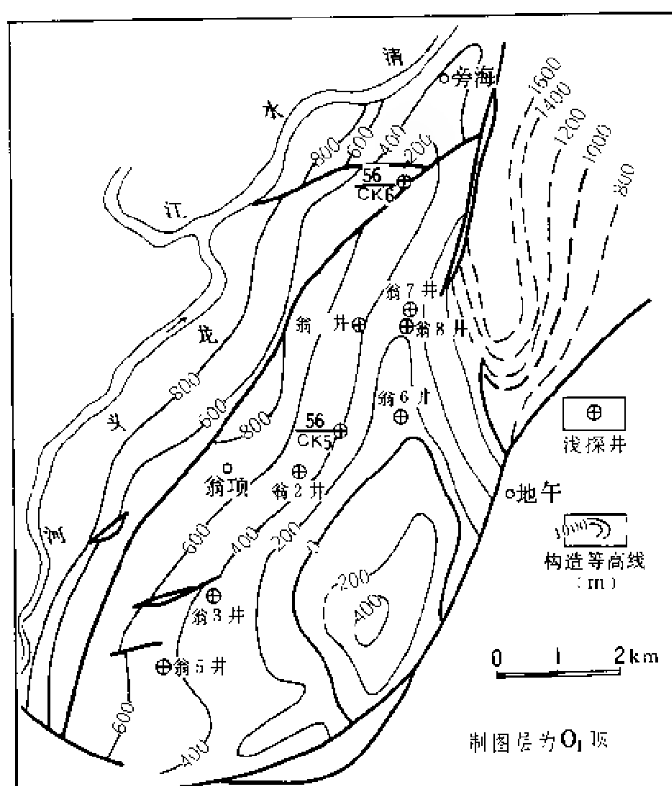


图 2-4-13 黔南坳陷黄平凸起野山向斜探井分布图

表 2-4-8　野山向斜钻井简表

项目＼井号	翁 1 井	翁 2 井	翁 3 井	翁 5 井	翁 6 井	翁 7 井	翁 8 井	56／CK_5	56／CK_6
井深（m）	438.86	678.55	433.26	400.61	470.64	452.79	485.04	411.02	600.1
开／终孔层位	$\frac{S_{1-2}}{S_{1-2}}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}}{S_{1-2}}$	$\frac{S_{1-2}}{S_{1-2}}$	$\frac{S_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S_{1-2}}{O}$

表 2-4-9　凯棠向斜钻井简表

项目＼井号	凯 1 井	凯 7 井	凯 8 井	凯 9 井	凯 11 井	凯 12 井	凯 13 井	凯 14 井	凯 15 井
井深（m）	397.70	462.72	370.52	269.38	497.18	464.44	445.39	414.04	430.77
开／终孔层位	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{S^2_{1-2}}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$	$\frac{S^4_{1-2}}{O_1}$

上述钻探表明，虎庄背斜及其周邻的其它圈闭曾有过油气聚集过程。在黄平凸起上的志留系连片分布区，若有潜伏圈闭，将可能含油气。另外下寒武统下部的泥页岩和碳酸盐岩组合，（可包括震旦系上统），亦应是该地区有希望的勘探层系。

5.独山鼻状凸起

位于黔南坳陷东侧，东与江南隆起为邻，北接黄平凸起，南与桂中坳陷毗邻。面积 5250 平方公里。呈南北向的鼻状大背斜，构成地表的主要构造特征。该背斜向北翘起，向南倾伏，并被断层及次级背斜复杂化。北部下古生界多已出露，局部前震旦系板溪群已出露，向南上古生界依次覆于其上。在独山鼻状凸起北部的麻江、都匀、丹寨一带，奥陶、志留系中沥青及油气苗丰富。地质部第八普查勘探大队，1980 年以来，通过对地面下志留统砂岩中所含大量沥青的研究，发现了麻江古油藏。麻江古油藏，位于都匀、麻江一带（图 2-4-14）。加里东晚期形成古背斜，轴向近南北向。下奥陶统红花园组与下志留统翁项群组成储盖组合。该时期下寒武统生油岩处于成熟期，由于生油岩的生油期与圈闭形成期之间搭

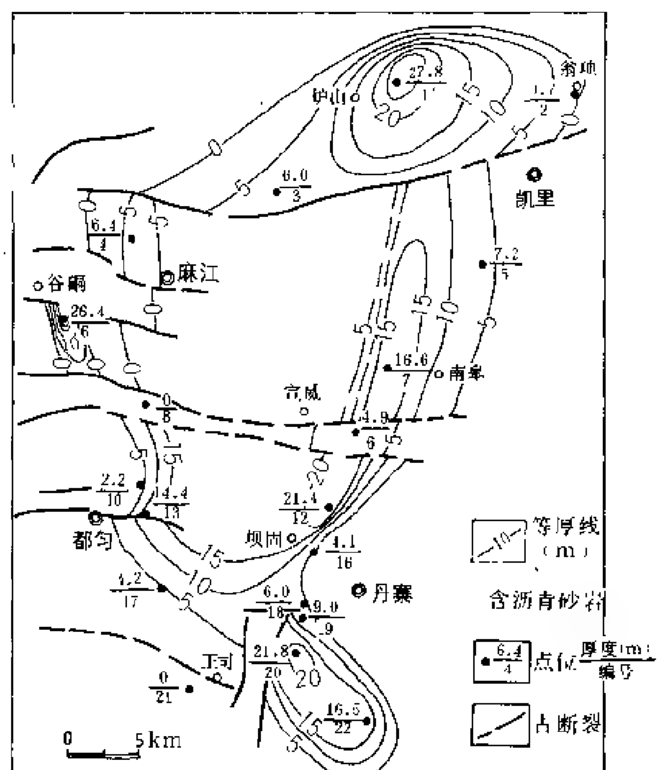


图 2-4-14　黔南坳陷麻江地区志留系翁项群第二段含沥青砂岩厚度图

（本图所示含沥青砂岩厚度，系指广西运动末的厚度）

配协调，形成了麻江古油藏。志留纪末期，麻江古背斜形成后，紧接着遭到广西运动的抬升和剥蚀，储集层受到部分破坏；燕山运动使古背斜解体，储集层大部被剥蚀或裸露地表。古油藏的原始石油储量，估计超过16亿吨，经上述破坏后，其沥青储量尚残存3.5亿吨。麻江古油藏的发现说明，黔南坳陷下古生代，确实存在过油气富集过程，也形成过一定规模，甚至巨大规模的油气田。

第三节　南盘江坳陷含油气性简述

一、自然地理概况

南盘江坳陷位于滇、黔、桂三省（区）交界处，其范围介于东经103°10′～108°20′，北纬23°～25°40′之间，东西长540公里，南北宽250公里，面积为59650平方公里。

南盘江坳陷大部分地区属云贵高原的中高山地形，地势西高东低，海拔最高1971米，东部河谷地带最低233米，一般1500～1800米，相对高差600～800米。山坡多为浮土覆盖，植被茂盛，碳酸盐岩分布地区多为岩溶峰丛山地。

本区气候温和宜人，属亚热带，年平均温度为20℃左右，冬季几乎无霜冻，夏季除河谷低洼处外，最高温度为30℃。雨量集中在7～9月份，年平均降水量为1000～1500毫米。

南盘江坳陷交通尚称方便，沟通滇黔桂三省（区）的主干公路穿越本区，各县及乡之间，均有公路相通，此外尚有大量的林区公路。区内河流发育，属珠江水系，但多数河流水流湍急，无航运之利，仅百色以下的右江可终年通航。

二、勘探现状

该地区石油地质调查工作始于1959年至1961年，全区完成了1：50万的重力普查，1：100万的航磁测量及石油地质概查。1972年开始在罗平构造作地震试验。1977年石油工业部在南宁组织了滇黔桂石油地质资料整理，著有"滇黔桂碳酸盐岩油气勘探远景"一文，着重对南盘江坳陷的含油气远景进行了论述。

地震勘探共完成测线1833.312公里，其中多次覆盖1479.575公里。完成了云南的坝林背斜、贵州的秧坝背斜及广西的潞城背斜地震构造详查，证实了在三叠系覆盖之下，有古生界背斜构造或隆起带的存在。

深井钻探始于1970年（罗一井），截止1983年6月底，在7个构造上共钻井11口（表2-4-10），总进尺35494米。所钻各井虽未获工业性油气流，但在罗平构造及坝林构造的探井中，二叠系有油气显示。

三、区域地质概况

1.概况

南盘江坳陷位于华南褶皱系西端，北与扬子准地台相邻，是一个兼具扬子准地台、华南褶皱系性质，经喜山运动改造后的残留构造盆地。坳陷基底由微弱变质、褶皱之下古生界组成。坳陷及其周邻地层，自寒武系—三叠系中统均为海相沉积，总厚约13000米。其中奥陶系仅见于坳陷西南的外围地区，全区缺失志留系，坳陷西部局部地区缺失部分或全部石炭系。局部常见假整合。上三叠统为海陆交互相，缺失侏罗系及白垩系，第三系为小型陆相盆地，星散分布于主要断裂带附近。

表 2-4-10 南盘江坳陷钻井一览表[①]

构造名称	井号	井深(m)	钻遇地层钻厚（m）									油气水显示
			Q	T_2	T_1	P_2	P	P_1	C	D_3	D_2	
罗平	罗1井	2714			834	1880						油浸、沥青
	罗2井	3200		508	946	1746						
	罗3井	3206		434	1098.5	1673.5						气浸
	罗4井	3655.58			1074	2035	444	102.58				井漏
花贵	花1井	3203			233	1370	1600					井漏
杨梅山	杨1井	3211.38			25			664	458	583	672.38	井漏
坝林	盘参井	4435	15	1370	405	165.5	2005.5	233	241			
	设1井	2881.79		2881.79								油浸
霸王	霸1井	2786	38	/	553	2159						井漏
拖星	拖1井	3000	20	/	372	903.5	433.5	264.5	/	597.5	409	井漏、见沥青
塘房	塘2井	3202.51	20	914	557.5	358.5	1352.51					

①罗三井井下因断层，钻厚重复110米。

2.地层简况

见表2-4-11。

基底岩系：由下古生界寒武系组成，仅见于隆林、西林一带，为白云岩、白云质石灰岩夹泥岩、粉砂岩，出露厚约800米，已轻度变质和微弱褶皱，与上覆泥盆系呈微角度不整合接触。

上古生界：岩性、岩相变化大，厚度变化也较大。泥盆系至二叠系总厚约4000～5000米，可分台地型沉积和盆地型沉积两种类型，台地型沉积，多以台丘形式出现，为正常浅海相各类粗结构石灰岩、云化石灰岩。其中泥盆系、二叠系生物礁发育，尤以二叠系生物礁为甚，厚达200～400米。盆地型沉积，为黑色薄层泥晶灰岩、硅质岩、硅质泥晶灰岩及重力流钙屑岩，含放射虫或海绵骨针，有机质丰富，是坳陷内主要生油岩。上二叠统，坳陷内发育一套火山碎屑浊积岩，成分与玄武岩相似，为深灰、黑色薄层碳质泥岩、硅质泥岩、沉凝灰岩组成之韵律层，含放射虫和海绵骨针，厚为200～1600米，由西向东减薄。上二叠统在坳陷西部还有钠质拉斑玄武岩喷发，多沿断裂分布。

中生界：主要为盆地相沉积，三叠系下统为火山碎屑浊积岩，局部为泥质岩与石灰岩互层。中统为陆源碎屑深水浊积岩，由泥页岩、砂岩夹少量石灰岩组成。北部弥勒、师宗、罗平一带，三叠系下统下部为泥岩、砂岩夹石灰岩，上部及中统为石灰岩、白云岩夹少量泥、页岩。上三叠统仅见于坳陷西部，下部仍为深水浊流沉积，上部为海陆交替相沉积。全区缺失侏罗系、白垩系。

新生界：第三系主要见于百色盆地、师宗、弥勒断裂南东侧及坳陷西部亦见有零星分

布，为内陆湖相、河流相、山麓相碎屑岩。第三系与下伏地层为角度不整合。

表2-4-11 南盘江坳陷地层系统表

地层（沉积类型；组、岩性）		台地		盆地	
		组	岩性	组	岩性
三叠系	上统	火把冲组	灰、灰绿色粉砂岩、砂岩，深灰色泥岩夹煤线 厚0～687m		
		把南组	灰、绿灰色泥岩、岩屑石英砂岩夹泥灰岩 厚178～483m		
		赖石科组	深灰色泥岩、砂岩，底部夹瘤状石灰岩 厚310～859m		
	中统	法郎组	藻礁灰岩、生物碎屑石灰岩及石灰岩，下部夹泥岩 厚580～2350m	兰木组	陆源碎屑浊积岩 厚2040～3143m
		个旧组	白云岩、石灰岩夹泥岩 厚549m	板纳组	陆源碎屑浊积岩，韵律性强，具鲍马序列及砂岩底面构造 厚299～3108m
	下统	永宁镇组	白云质石灰岩、蠕状石灰岩及石灰岩，下部为泥岩 厚64～1214m	龙文组	深灰色钙质泥岩，泥晶灰岩及沉凝灰岩 厚100～200m
		洗马塘组	灰色夹紫红色泥岩、粉砂岩及石灰岩 厚50～700m	罗楼组	灰绿色凝灰质泥岩，凝灰岩夹粉砂岩及硅质岩，水平微细层理发育 厚134～411m
二叠系	上统	长兴组 吴家坪组	灰色石灰岩，燧石灰岩及少量白云质石灰岩，下部夹煤层、煤线，台地边缘有礁灰岩及生物灰岩 厚100～400m	者浪组 弄坝组	火山碎屑浊积岩或硅质岩，局部夹砂岩 厚300～1600m

续表

地层（沉积类型 / 组、岩性）		台地		盆地	
		组	岩性	组	岩性
二叠系	上统	玄武岩组	海底喷发的钠质拉斑玄武岩夹硅质岩、沉凝灰岩及石灰岩，厚度变化大。坳陷东部缺失玄武岩 厚 0～1250m		
	下统	茅口组	浅灰色块状颗粒石灰岩，白云质石灰岩。台地边缘有礁灰岩 厚 200～664m	茅口组	深灰色中层状泥晶灰岩及硅质岩、局部夹碳酸盐岩重力流角砾岩 厚 150～450m
		栖霞组	浅灰色生物碎屑石灰岩，亮晶灰岩、泥晶颗粒石灰岩 厚 0～300m	栖霞组	深灰色薄层泥晶灰岩、薄层硅质岩 厚 10～96m
石炭系	上统	马平组	浅灰色、灰色石灰岩 厚 50～150m	马平组	深灰色燧石灰岩与硅质岩 厚 0～460m
	中统	黄龙组	浅灰色、灰色，白云岩夹介壳石灰岩，局部有藻礁灰岩 厚 50～200m	黄龙组	深灰色燧石灰岩与硅质岩 厚 0～500m
	下统	摆佐组	浅灰色亮晶灰岩，微晶灰岩，夹介壳石灰岩、生物碎屑石灰岩及泥晶灰岩，台地边缘有藻礁灰岩 厚 200～400m	下统	灰黑色中厚层状燧石灰岩、石灰岩与黑色硅质岩互层，自下而上硅质岩减少，石灰岩增加 厚 205～613m
		大塘组	上部灰、深灰色含燧石团块灰岩、泥晶灰岩、夹薄层硅质岩；下部紫红色泥岩，黑色泥灰岩和硅质页岩互层 厚 169～473m		
		岩关组	深灰色石灰岩，泥质灰岩和含燧石泥质灰岩，夹紫红色泥页岩，硅质岩 厚 0～253m		

续表

地层 \ 组、岩性 \ 沉积类型		台地		盆地	
		组	岩性	组	岩性
泥盆系	上统	融县组	灰色厚层石灰岩、藻鲕石灰岩及藻屑石灰岩 厚0～880m	榴江组	深灰色硅质岩、硅质页岩，常含锰质、磷质或扁豆状石灰岩 厚0～429m
	中统	东岗岭组	灰色厚层石灰岩夹介壳石灰岩透镜体 厚300～600m	罗富组	深灰色钙质页岩夹泥灰岩或泥晶灰岩 厚40～587m
		应堂组	灰色块状石灰岩夹白云质石灰岩及介壳石灰岩 厚200～400m	纳标组	深灰色泥晶灰岩、含泥质灰岩 厚40～450m
	下统	四排组	深灰色细晶白云岩、泥晶灰岩夹粉砂岩及黑色页岩 厚53～90m	塘丁组	深灰色泥晶灰岩，燧石条带石灰岩，局部为白云岩及生物碎屑石灰岩 厚20～400m
		郁江组	深灰色泥页岩及粉砂岩 厚0～44m	郁江组	灰绿色及灰黑色页岩、粉砂岩、上部夹薄层石灰岩，本区东部夹有砂岩 厚0～207m
寒武系	上中统		浅灰色—灰色白云岩及石灰岩，常具鲕状结构，夹有泥岩及粉砂岩，自西向东增加。区内最大出露厚度4325m。		

3.构造演化

南盘江坳陷的构造发展经历了如下阶段（见图2-4-15）：

（1）加里东期——基底发展阶段　加里东早期，南盘江坳陷沉积了一套广海陆棚相的碳酸盐岩夹碎屑岩，中、晚寒武世，以碳酸盐岩沉积为主，沉积类型与扬子准地台同期沉积相似，而与坳陷东南侧大明山—大瑶山地区厚达万米的浊流沉积迥然不同。加里东晚期，地壳抬升，基底发生褶皱、断裂及变质，但褶皱强度及变质程度均较弱。具有华南褶皱系和扬子准地台的过渡性质。

（2）海西早期——初始拉张裂陷期　这一时期从泥盆纪开始，到早二叠世。断裂控制的初始裂谷、断块分异开始形成。断裂下陷区（裂谷）为硅质岩、泥晶灰岩、重力流等盆地相

沉积，沉积速度慢。相对隆起区则形成孤立碳酸盐岩台地（台丘），为浅水生物礁、滩相沉积。台丘上造礁生物丰富，碳酸盐沉积速率快，而断凹部位的硅质岩沉积速率慢，两者差异发展，使碳酸盐岩岩体形成顶厚翼薄的同生背斜。在坳陷西部的台地（台丘）上，石炭系地层常有缺失，甚至全部缺失。该时期没有明显的岩浆活动及大规模的浊流沉积。

(3) 海西晚期至印支早期——拉张断陷阶段　这一时期包括晚二叠世——早三叠世。是拉张裂谷发育的鼎盛时期，有大量基性火山岩喷发，火山碎屑浊积岩厚度可达1800米，由西向东减薄。晚二叠世在本区西部还接受了台地相的含煤碎屑和碳酸盐沉积，早三叠世早期为碎屑岩沉积，晚期主要为碳酸盐岩沉积。此时南盘江坳陷差异沉降显著，相带分异明显，"多槽围台"的格局清楚。

(4) 印支中、晚期——挤压坳陷阶段　中三叠世南盘江坳陷内以右江断裂、驮娘江断裂为主干的弧形断裂系统持续活动，使本区由断陷发展到整体下陷，是南盘江坳陷的形成期。坳陷内泥岩、砂岩极为发育，为陆源碎屑浊流沉积，厚度普遍在3000米以上，是当时滇黔桂地区的沉积沉降中心。坳陷西部丘北一带发育的堤礁（图2-1-22），向北东可以追索到贵阳附近，断续延伸长300公里，是当时滇黔桂海域的台地边缘相区。

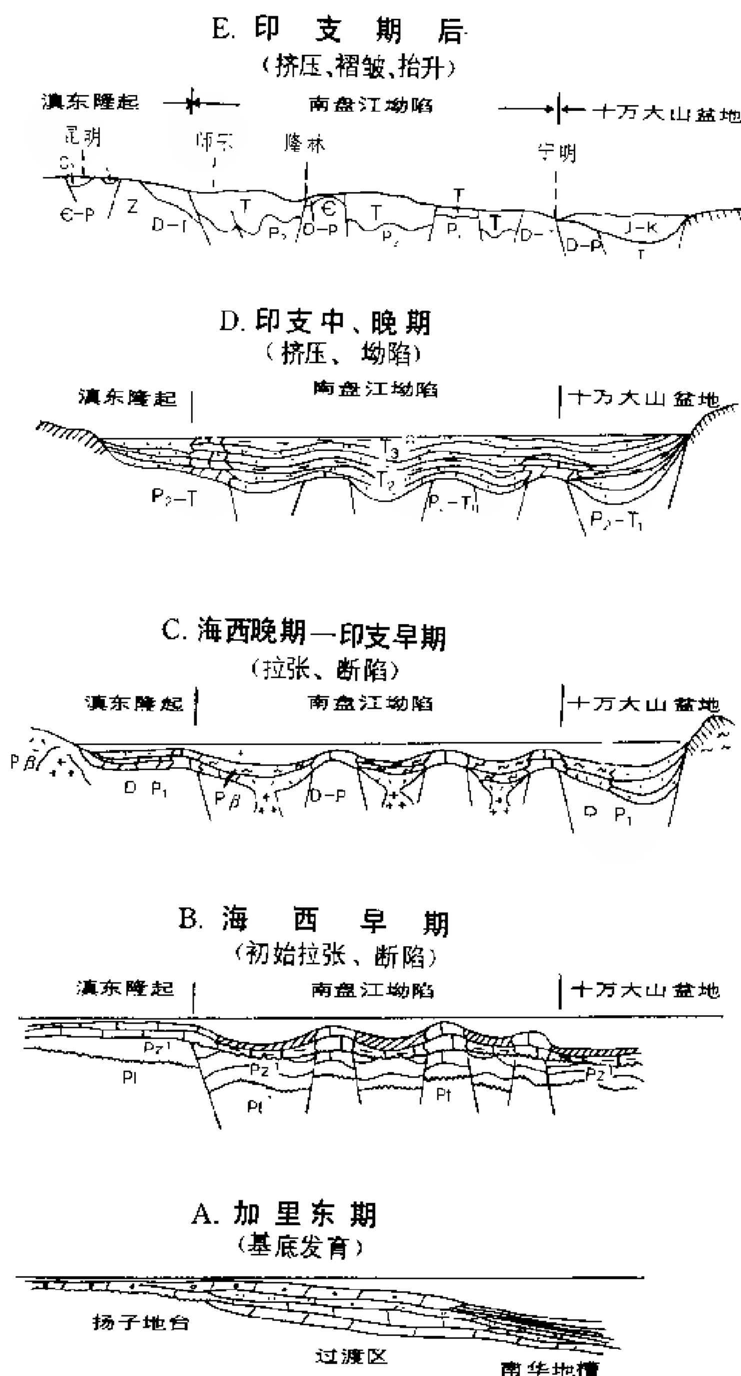


图2-4-15　南盘江坳陷构造发展示意图

晚三叠世晚期，由海陆交互相逐渐过渡为陆相沉积，从而结束了本区海相沉积史。伴随地壳的强裂上升，在区内

中部及东部有基性岩侵入。

(5) 燕山及喜山期——挤压、褶皱、抬升及剥蚀阶段　燕山运动使本区沉积盖层全面褶皱，褶皱挤压强烈，断裂发育，形成了现今的断褶带基本格局。强烈的块断作用与褶皱，使不少深埋地下的古生界地层高幅度隆起，也使三叠系塑性地层形成紧密的褶曲。但古生界孤立碳酸盐岩岩体刚性较强，多构成规模较大的复背斜，与三叠系的紧密褶曲现象不协调。

喜山期主要是进一步整体抬升，遭受剥蚀，使本区高背斜上之古生代地层裸露地表。喜山期也是本区第三系断陷湖盆形成期。

四、基本石油地质条件

1.生油层

南盘江坳陷上古生代主要为盆地相沉积，即为深水低能还原环境沉积，对有机质的保存和转化为烃类有利。由于勘探条件所限，目前仅对二叠系生油岩作了研究。生油性能最好的是上二叠统灰质、钙质泥页岩，厚度一般为200～400米，有机碳含量最高可达19%，一般为2～5%。碳酸盐岩生油岩主要发育于下二叠统，为暗色泥晶灰岩，厚为100～500米，有机碳含量可达0.8%。母质类型为腐泥型。区内泥盆纪—石炭纪由于沉积环境与二叠纪相似，故推测其生油岩的生油性与二叠系相近。生油岩的有机质热演化程度高（图2–2–13、14），多已进入过成熟期。

2.储集层

南盘江坳陷上古生代盆地中台丘相发育，台丘上的生物礁灰岩，各种粗结构石灰岩及云化石灰岩，都具有较好的原生及次生孔隙，燕山—喜山期强烈褶皱和断裂所形成的裂缝，既是油气运移的通道，也是油气的良好储集空间。现今在已暴露的台丘上，常见礁岩中有丰富的沥青充填。例如温浏，视面孔隙率为3～6%，有的可达12.5%，多为沥青充填。盘参井在井深3500～4000米之间，仍存在深部溶蚀孔隙发育带，孔隙度达4～7.7%。此外，三叠系砂岩也具有一定的储集条件。

3.盖层

南盘江坳陷上二叠统—三叠系，以泥质岩、砂岩沉积为主，沉积厚可达3000米以上，泥质岩单层厚可达百余米，覆盖面积达三万余平方公里，是坳陷内的良好盖层。

4.储、盖组合

南盘江坳陷的沉积层序是一个大型的储盖组合。泥盆系—二叠系之盆地型沉积是良好的生油层，同期沉积、空间位置高耸的碳酸盐岩台丘相沉积则是良好的储集岩；上二叠统—三叠系，区内以泥岩、砂岩沉积为主，沉积厚大于3000米，泥岩单层厚可达百余米，且分布广泛，是良好的区域盖层。它们共同组成区内的储盖组合（见图2–4–16）。此外尚有局部的生储盖组合，如盆地区内的石灰岩夹层，浊积岩中的砂岩及石灰岩夹层，与上覆盖层一起都可形成局部生储盖组合。

5.圈闭类型

区内的主要圈闭类型是围绕碳酸盐岩岩体（台丘）形成的同生构造，燕山—喜山期形成的构造圈闭次之，见图2–4–17。

(1) 背斜　台丘往往发育成背斜，是区内的主要圈闭类型。另外，燕山—喜山期的强烈褶皱也可形成表层（上二叠统一三叠系）较小及深部（古生界）大而宽缓的背斜构造圈闭。如温浏背斜为穹窿状，古生代地层圈闭面积为190平方公里，核部出露地层为中泥盆统，见图2–4–18。从泥盆系到二叠系，主要为浅水碳酸盐岩沉积，是一个由台丘发展起来的背斜

构造。在石炭系下统内部，二叠系与石炭系之间，二叠系上、下统之间为假整合接触。二叠系生物礁发育，为链状环礁，出露于构造边缘。泥盆系—二叠系均见有沥青。沥青充填具有多期性。这一实例说明，南盘坳陷的油气生成、储集空间、聚集场所以及盖层条件等，都曾具备，并且曾有过油气藏的形成。现今出露古生代地层的高背斜，油气藏已经破坏，但在三叠系泥岩盖层之下，推测还可能有类似的背斜构造存在。

(2) 礁块　是位于台丘顶部的岩性型圈闭。上古生界各层系均见有生物礁发育，尤以二叠系最为发育，其上有上二叠统或三叠系区域盖层覆盖。与台丘型背斜一起，构成区内的主要圈闭类型。

(3) 不整合　主要发育于二叠系，其次为寒武系。在碳酸盐岩台丘或岩隆的顶部，常有侵蚀面存在，侵蚀面以下的碳酸盐岩溶蚀孔隙发育，与上覆盖层配合形成圈闭，常与同生背斜伴生，是区内的圈闭类型之一。

(4) 断层　区内断裂发育，断距为数百米的断层屡见不鲜，有使储集层与盖层在断层面接触而形成断层圈闭的条件。断层圈闭主要形成于燕山—喜山期。

(5) 岩性尖灭　坳陷内同生背斜发育，翼部有形成岩性尖灭圈闭的条件。

(6) 透镜体　浊积岩中的石灰岩透镜体、砂岩透镜体，以及碳酸盐岩重力流沉积均有条件形成圈闭。



图 2-4-16　南盘江坳陷生储盖组合剖面图

五、各构造单元的特征与含油气状况

南盘江坳陷有六个二级构造单元（如图 2-4-19）。

1.师宗断阶

位于坳陷的西北部，北西以弥勒师宗大断裂为界，南东以南盘江断裂为界，为一北东向的条形断块，面积 5370 平方公里。断块呈阶梯状向南东（坳陷内）降低，地层依次变新，属隆起与坳陷之间斜坡上的断阶。晚古生代主要为盆地沉积相区，晚二叠世有玄武岩喷发，

三叠纪相变带（台缘相区）通过区内，地表上要为三叠系台地相碳酸盐岩、碎屑岩。古生代地层出露不足 10%。区内构造线为北东向，地表有罗平、花贵、杨梅山等背斜构造，罗平、花贵构造，经地震证实，地下构造存在，但较为平缓，地面及地下构造复合较好。自1970 年 9 月 25 日罗平构造罗 1 井开钻以来，师宗断阶已钻探井 6 口，是目前坳陷内所钻探探井最多的二级区块，6 口探井中有 4 口位于罗平构造上。

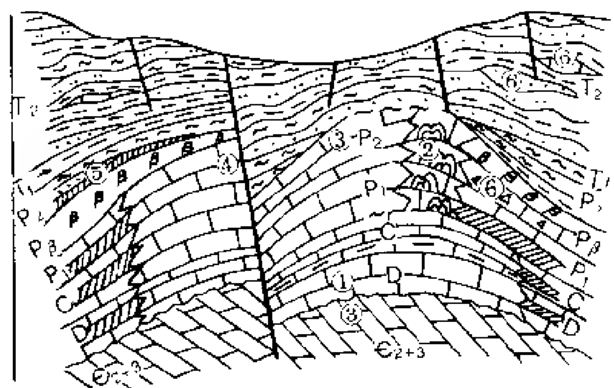


图 2–4–17 南盘江坳陷多种类型圈闭示意图

①—背斜；②—礁块；③—不整合；④—断层；⑤—岩性尖灭；⑥—砂岩及石灰岩透镜体，重力流角砾岩

罗平构造位于师宗断阶北东部，为一穹窿状短轴背斜，轴向近北北东向，闭合面积为 177.5 平方公里，闭合高 750 米（见图 2–4–20)。核部出露下二叠统永宁镇组。是师宗断阶内面积最大、形态最完整的构造。1959 年，地质部第八普查勘探大队前身，在罗平构造上钻浅井 1 口，井深 1120.48 米，井孔穿过三叠系进入上二叠统完钻，在钻井中于三叠系和上二叠统均见有气显示。1970 年，在罗平构造钻探罗 1 井，在钻探中于 862.5～872.17 米井段见微量油气显示，2446～2454.12 米见沥青及油浸，2489～2547 米见少量沥青，以上各井段均为上二叠统。1973 年至 1977 年，又在该构造上钻探井两口，目的是打穿上二叠统，但未能实现。1977 年 11 月 13 日，又在该构造上钻探罗 4 井，于 1983 年 5 月 28 日完钻，井深 3656 米，井底层位为下二叠统，未获油气。另外，在杨梅山构造和花贵构造上钻探过杨 1 井及花 1 井，均未达到预期效果。

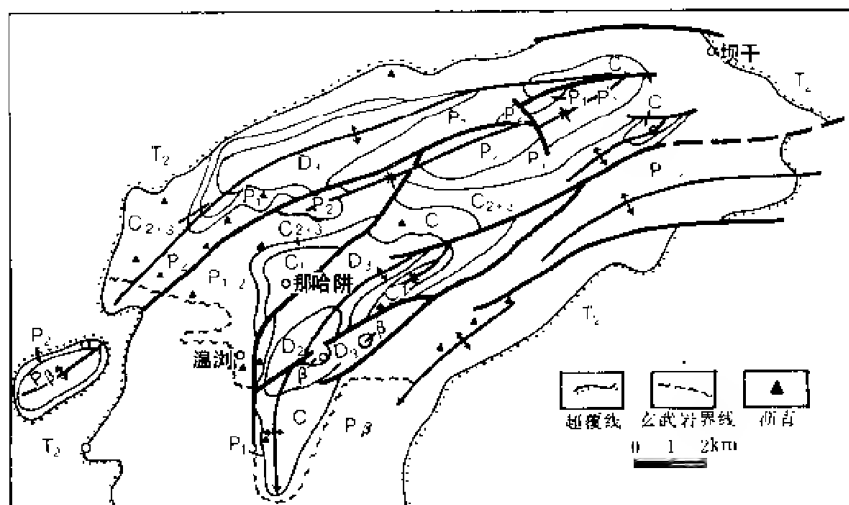


图 2–4–18 南盘江坳陷温浏背斜地质图

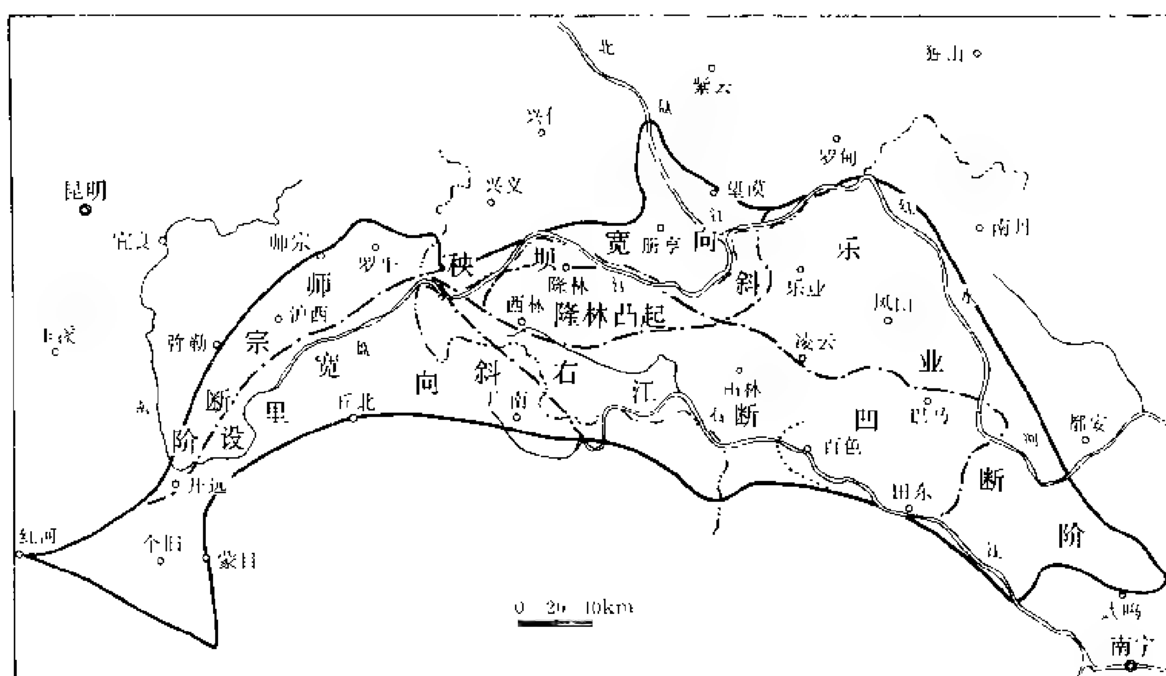


图2-4-19 南盘江坳陷构造单元划分图

2.设里宽向斜

位于南盘江坳陷西部，北为师宗断阶，南为马关隆起，西至红河断裂，东以富宁断裂与右江断凹相隔，面积11200平方公里。地表主要为三叠系中、下统砂岩及泥岩。上古生界主要为盆地相区，但有台丘发育。区内构造线自西向东由北东转为东西，略成弧形。雨厦断裂横贯本区，将区内分为南北两部，北部为低断块区，地表为中三叠统泥砂岩，南部为高断块区，大多出露古生代地层，在古生界碳酸盐岩中常可见到沥青。1975年至1984年，该宽向斜共钻探井4口，参数井1口。所有钻井中，以盘参井井深最大（4435米，也是南盘江坳陷的最深探井），揭示地层最多。盘参井位于低断块区坝林背斜西端偏北，由于地形恶劣，井位偏离地下高点约12公里（见图2-4-21），开孔层位为中三叠统板纳组，完井层位为中石炭统，在钻井中于上二叠统玄武岩组、下二叠统见有油显示，石炭系见有气显示（对于上述油气显示，目前尚有争议）。另在设1井于中三叠统见有油显示，拖1井见有沥青。本区地表三叠系紧密梳状褶曲发育，地震证实，地腹为宽缓褶皱，地表构造与地腹构造形态复合较差。另据本区南部上古生界台丘发育的特点来看，本区北部亦可能有隐伏的古生界台丘存在，可形成较好圈闭。

3.秧坝宽向斜

位于黔西南坳陷南东侧，南为隆林凸起，东邻罗甸断坳及乐业断阶，面积6980平方公里。区内局部构造较多，但较大的局部构造均已出露下古生界，多数构造较小，由三叠系柔性地层组成。秧坝构造经地震证实，地腹构造存在（图2-4-22），且地腹二叠系可能有生物礁发育，埋深较浅（埋深约为2400米），是宽向斜中较好的背斜构造。

4.隆林凸起

位于南盘江坳陷中段中部，面积2750平方公里。主体部位已出露基底岩系或上古生界。

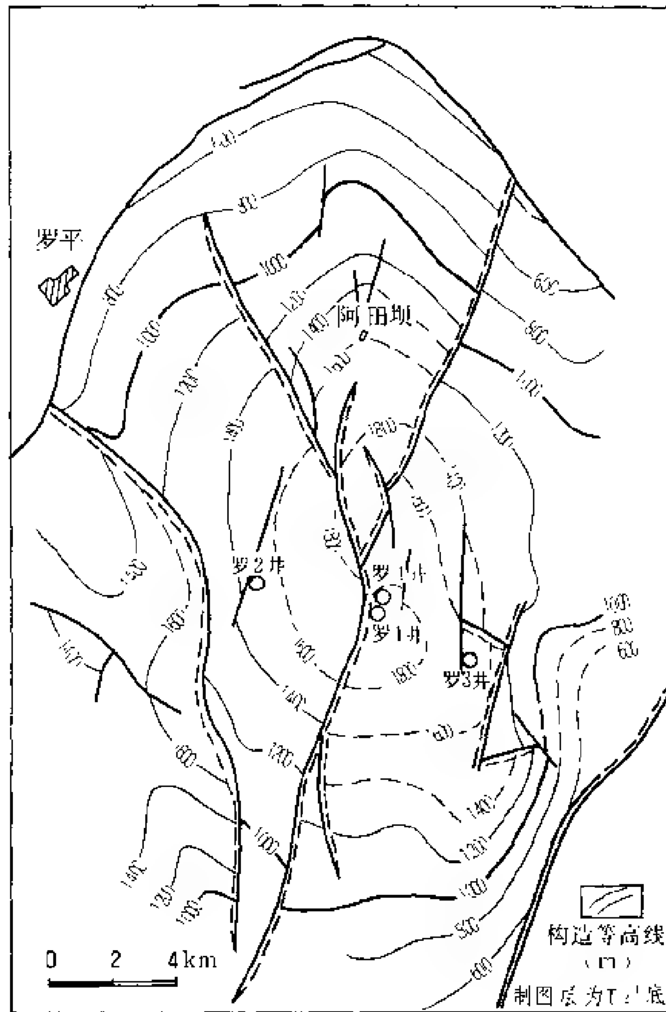


图 2-4-20 南盘江坳陷师宗断阶罗平构造图

5.乐业断阶

位于坳陷东部，面积16720平方公里。区内局部构造发育，但核部均已出露古生界，三叠系盖层仅分布于较狭窄的向斜部位。本区勘探意义不大。

6.右江断凹

位于坳陷中段南部，面积16630平方公里。本区与西部设里宽向斜大致相似，上古生界至三叠系均为盆地相沉积。区内有右江断裂、驮娘江断裂，呈北西—南东向延伸，构造线也主要为北西—南东向，与设里宽向斜之构造线共同构成向北突出的弧形构造。区内局部构造较多，但大多均已出露上古生界，在三叠系之下，尚有保存较好的古生界构造，例如广西田林潞城构造（图 2-4-23）等。

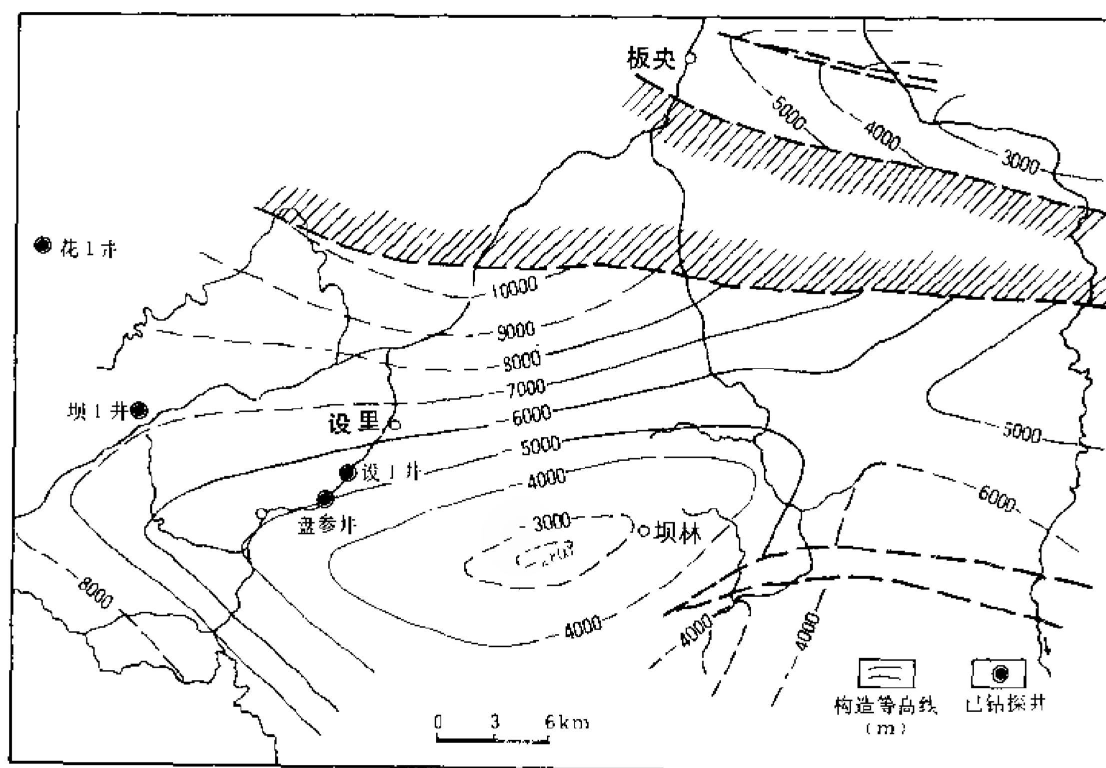


图 2-4-21　南盘江坳陷坝林背斜下二叠统顶构造图

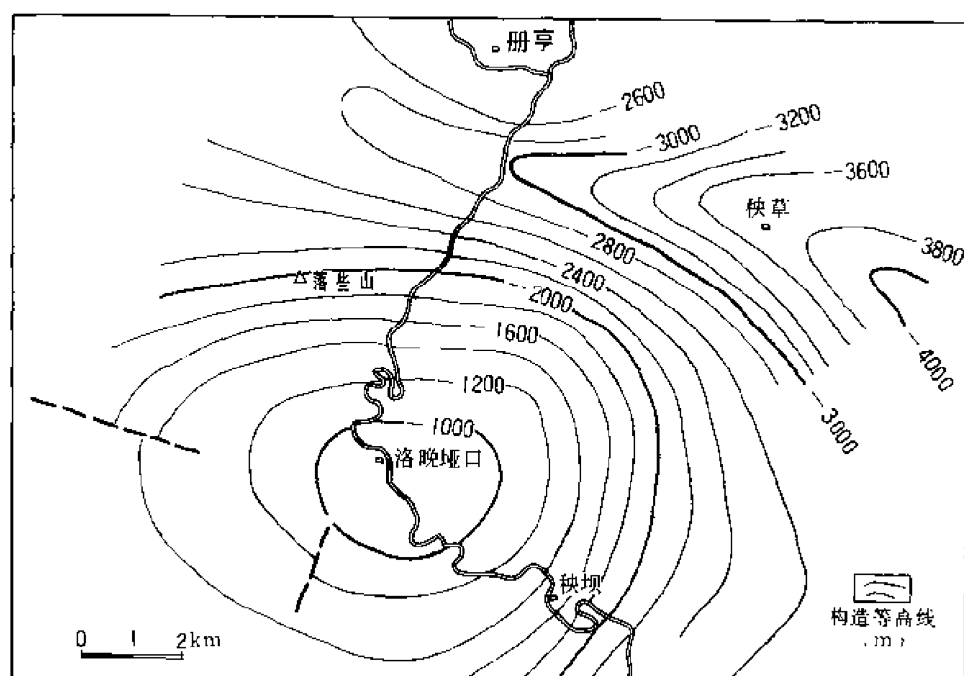


图 2-4-22　南盘江坳陷，秧坝宽向斜秧坝构造二叠系顶构造图

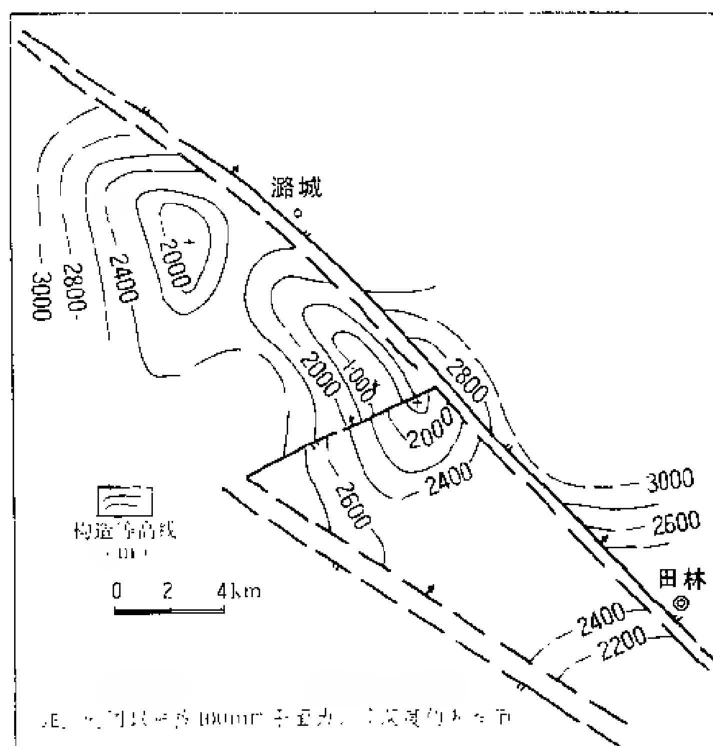


图 2—4—23 南盘江坳陷、右江断凹潞城构造地震第二反射层（P_1顶）构造图

第四节 桂中坳陷含油气性简述

一、自然地理概况

桂中坳陷是广西中部的海西期（D—P_1）坳陷。它界于东经 108°～110°、北纬 23°～25°间，东西长约 240 公里，南北宽 120～240 公里，面积 42000 平方公里。区内为岩溶峰丛和低山丘陵地貌；中部及东南部呈低小丘陵和岩溶平原，海拔一般低于 200 米，部分地区海拔 200～500 米。河流属珠江水系，红水河、柳江分别自西、北流入本地区，在区内会合后往南东汇入西江。年平均温度为 21℃左右，7 月份日均温度为 28℃左右，1 月份日平均温度为 9℃左右，年降雨量 1400～1600 毫米，属热带、亚热带湿润气候。陆上交通方便，铁路以柳州为枢纽，有湘桂、黔桂、枝柳和黎湛等铁路干线贯通，与邻区的主要城市和港口相联。各县城、圩集间皆有公路相通。柳江自柳州向下游四季皆可通航。

二、区域地质概况

1.地层简况

桂中坳陷系海西期坳陷，它的基底为下古生界（主要是寒武系）浅变质岩系。坳陷北部与江南隆起为邻，西隔南丹—都安断裂与罗甸断坳、南盘江坳陷相接，东、南与桂林坳陷、大瑶山隆起相连。坳陷内泥盆系至中二叠统海相地层发育，层位比较齐全，最大沉积厚度达 18000 余米，上三叠统及侏罗系缺失，白垩系仅有零星分布，为陆相沉积。

泥盆系是坳陷内最发育的地层单位，由砂、泥质岩及碳酸盐岩组成，最大沉积厚度达 7900 米，可分下、中、上三个统。下统自下而上可分四组，即莲花山组、那高岭组、郁江

组及四排组，莲花山组不整合于基底岩系之上，由紫红色块状砂岩、灰白色石英砂岩夹粉砂岩组成，底部为含砾砂岩和砾岩，最大厚度达 1038 米。那高岭组为灰、灰绿色中厚层状泥页岩夹泥灰岩、粉砂岩或石英砂岩，厚为 58～760 米。郁江组由深灰色中厚层状泥岩、石灰岩、白云岩及石英砂岩、粉砂岩不等厚互层组成，坳陷西北部侧变为灰黑色泥岩，厚为 175～700 米。四排组主要为生物屑石灰岩、层孔虫灰岩夹少量页岩、砂岩及白云岩等，西北部侧变为灰黑、黑色石灰岩、泥岩；厚为 79～564 米。泥盆系下统是坳陷内第一个沉积盖层，其岩性组合，具有显著的海进特点。中统自下而上可分两组，下部应堂组为灰、深灰色生物屑石灰岩、白云岩夹泥岩，局部有层孔虫礁，坳陷西北部侧变为灰黑色泥岩、泥质灰岩夹硅质岩。厚为 79～564 米。上部东岗岭组为灰、深灰色中厚层状生物屑石灰岩夹页岩，局部夹含鲕石灰岩、层孔虫礁等。西北部则侧变为灰黑色泥岩及泥质灰岩夹硅质岩，厚为 134～1770 米，在坳陷中部地腹厚度可能增大。上统主要由碳酸盐岩组成，厚为 574～2259 米，坳陷西部则为泥质条带石灰岩及硅质岩，厚度减薄为 104～439 米。

石炭系整合于泥盆系之上，主要由碳酸盐岩组成，最大厚度达 6000 米，可分下、中、上三个统。下统主要由石灰岩、生物屑石灰岩、珊瑚灰岩及含燧石结核石灰岩组成，厚度可达 2700 米；下部（岩关组）夹一套黑色页岩及少量粉砂岩和石英砂岩，上部（大塘组）夹砂泥岩、碳质页岩及煤线。中、上统由石灰岩及白云岩组成，局部夹硅质岩，厚达 3300 米。

二叠系与下伏石炭系呈整合接触，分上、下两个统。下统主要为一套碳酸盐岩及硅质岩，厚达 1600 余米。大致以宜山、柳州东西一线为界，分为两大沉积相区，北部主要为台地及台地边缘沉积区，由石灰岩、生物灰岩组成，南部为盆地沉积区，主要由深灰色石灰岩、泥灰岩及硅质岩组成。上统与下统间为假整合关系，其岩性组合主要为深灰色、灰色泥岩夹石灰岩、砂岩及煤层，柳州南北一线以东主要为硅质岩、硅质页岩及硅质条带灰岩。最大厚度达 700 米。

三叠系及其以上地层，在坳陷地表仅有零星分布。

2.构造发展

桂中坳陷在下古生界（加里东期）浅变质岩系所组成的基底上，经历了如下四个构造发展阶段：

(1) 海西期（D—P_1）　是坳陷发育期，亦是桂中坳陷的主要形成期，泥盆、石炭及下二叠统沉积巨厚，达 14000 余米，形成了以碳酸盐岩为主的巨厚沉积体，各系、统地层间基本是连续沉积，具有持续稳定坳陷的特点。早二叠世末期的东吴运动，使坳陷整体抬升为陆，下二叠统顶部受到普遍剥蚀。

(2) 海西印支期（P_2—T_2）　是坳陷收缩期，在东吴运动所形成的侵蚀面的基础上，晚二叠世至中三叠世的沉积物，以泥质岩及砂岩为主，厚度达 4000 余米。中三叠世末期的印支运动，结束了坳陷发展的海相沉积历史。

(3) 燕山期（J—K）　是坳陷的全面褶皱期，发生于白垩纪前的燕山运动，使本区发生全面的褶皱和断裂，形成了现今地表的褶皱雏形。

(4) 喜山期（E—N）　是坳陷的全面抬升剥蚀期。泥盆系及其以上地层遭受不同程度的剥蚀，地表主要为大片石炭系分布，二叠、三叠系仅分布于部分向斜部位，泥盆系大片出露于坳陷的东部及西南部，坳陷中部的部分背斜核部亦有中、上泥盆统出露。

三、基本石油地质条件

1.油气苗

桂中坳陷从泥盆系至三叠系均见有油气苗，其中以柳城—鹿寨一带下石炭统的油苗较集中。油苗产状多为晶洞型、裂隙型或裂隙晶洞型。气苗以氮气为主，仅洛1井的一个气样，甲烷含量达67.9%；纳马坡气苗的气样甲烷含量达54.9%。在南丹龙头山，河池拉朝、上林六卡、镇圩等地的中泥盆统中，见有规模较大的碳质沥青充填于石灰岩裂缝中或呈似层状产出。在柳城中扬山下石炭统的石灰岩中，见分散状炭质沥青，在柳江百朋西北之乾龙、炉村附近之下二叠统茅口石灰岩中也有分散状碳质沥青发现。

2.生油层

桂中坳陷的生油层，可分泥质岩及碳酸盐岩两大类。其中泥质岩类生油岩，主要集中于中、下泥盆统，最厚可达1770米，其中有机碳含量一般为0.03～3%左右，最大值可达9.46%（D_2），氯仿沥青"A"含量一般在50ppm左右。碳酸盐岩生油岩，各层系中均有分布，但以泥盆系厚度最大，大于2000米，其次为石炭系，厚度均大于1000米。其中有机碳含量一般大于0.02%，大值可达5.06%（D_2），氯仿沥青"A"含量一般均小于100ppm。大值可达141ppm（D_2）。生油岩中的干酪根类型，经泥盆系中所采17件样品分析，有8件属腐泥型，3件属腐植型，其余为混合型。生油岩中的有机质演化程度较高，均已进入高成熟及过成熟期（图2–2–14），其煤的镜质体反射率值（R_o）一般均大于2%。因此在坳陷中应以找气为主。

3.储集层

坳陷中广泛分布着碳酸盐岩储集层，有现实意义的碳酸盐岩储集层，主要分布于泥盆系及下石炭统。其中下泥盆统厚度最大，可达1000米以上，中泥盆统一般也大于380米，上泥盆统厚达500米以上，下石炭统碳酸盐岩储集层一般在100～500米。同时在上述层位中，尚存在砂岩储集层。有关泥盆系储集层的物性资料，参见表2–4–12。

表2–4–12　桂中坳陷泥盆系储集层孔隙度数据简表

岩石类型	样品件数	连通孔隙率（%）		
		小值	大值	平均值
白云岩	57	0.45	8.57	2.638
石灰岩	27	0.63	2.79	1.122
砂岩	81	1.62	32.74	6.259
粉砂岩	27	1.28	31.36	7.003

4.盖层

坳陷中下石炭统以上层位已较广泛地遭受剥蚀，地表广布碳酸盐岩，缺乏泥质岩类的统一覆盖。但保存地腹的中、下泥盆统有泥质岩类存在（图2–4–24、25），可作为盖层。

5.储盖组合

坳陷中存在四套储盖组合。第一套组合由下泥盆统莲花山组（D_1l）砂岩及那高岭组（D_1n）和郁江组（D_1y）泥岩组成；第二套组合以中泥盆统应堂组（D_2i）的泥岩及其下覆

层的石灰岩、砂岩组成；第三套组合以中泥盆统东岗岭组（D_2d）中的泥岩及其下伏层的石灰岩等组成。第四套组合由下石炭统泥岩及上泥盆统碳酸盐岩组成。(图 2-4-26)。

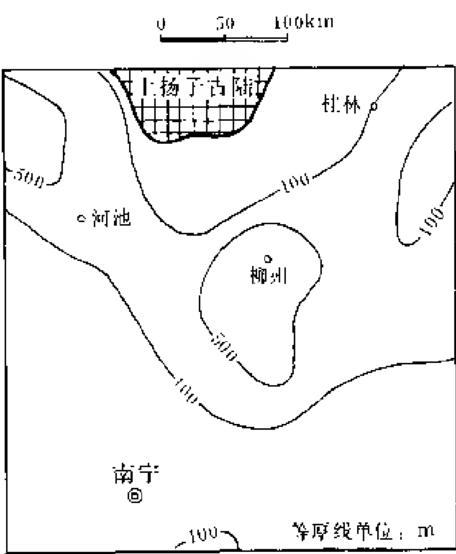


图 2-4-24 桂中坳陷中泥盆统泥岩等厚图

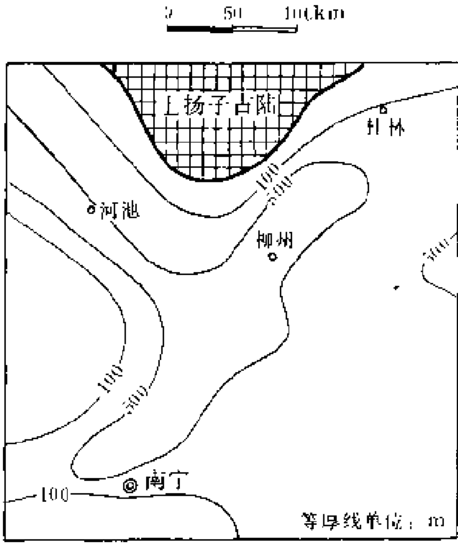


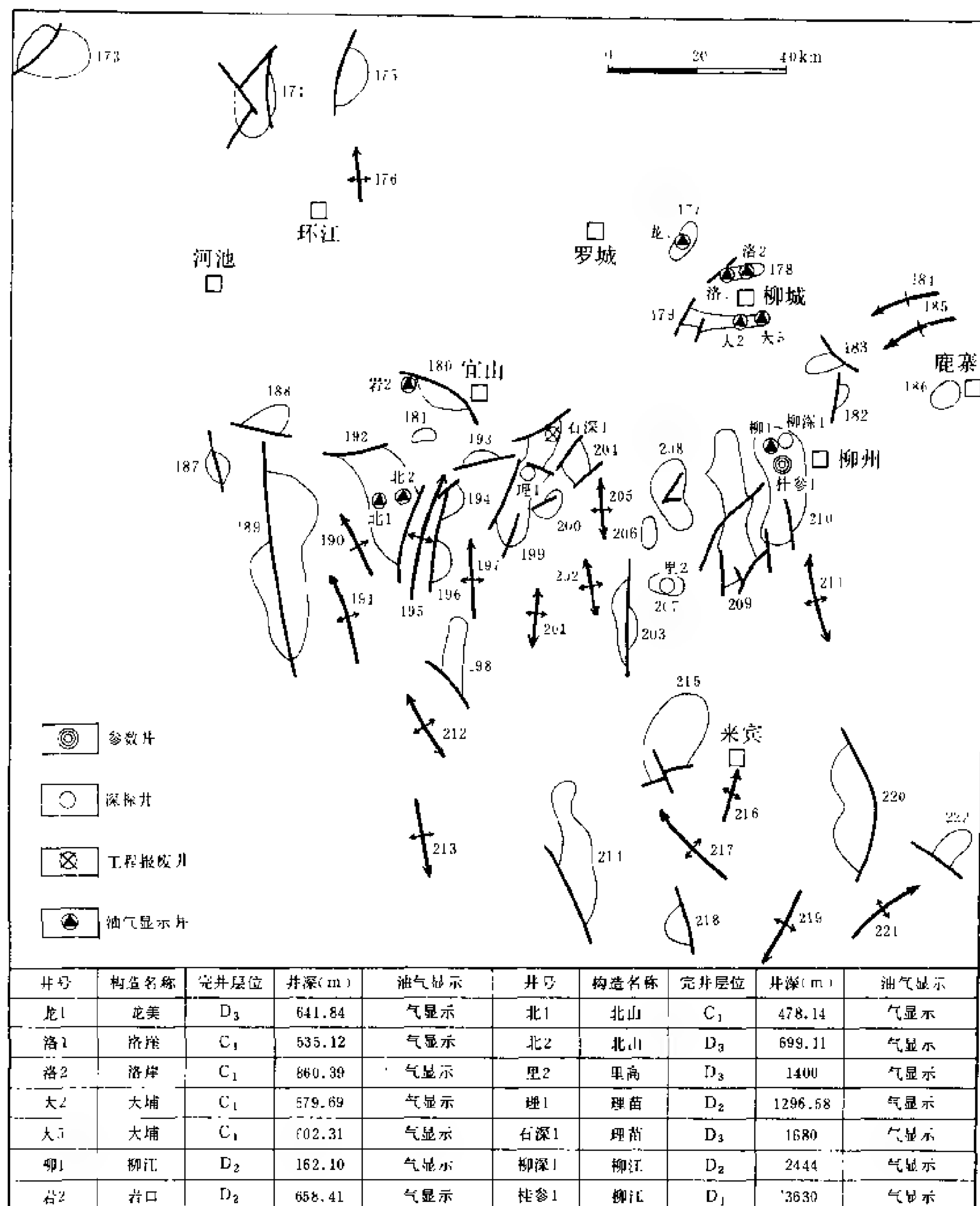
图 2-4-25 桂中坳陷下泥盆统泥岩等厚图

层位	柳城凹陷 岩性	柳城凹陷 厚度（m）	柳城凹陷 生储盖组合	宜山凸起 岩性	宜山凸起 厚度（m）	宜山凸起 生储盖组合	来宾凹陷 岩性	来宾凹陷 厚度（m）	来宾凹陷 生储盖组合
C_1		612～2728	第四组合		210～2728	第四组合			
D_3		410～880			90～300			400～2259	
D_2d		206～1770			500～830			180～910	第三组合
D_2i		60～90	第三组合		100～200	第三组合		220～561	
D_1s		60～260	第二组合		260～500	第二组合		620～931	第二组合
D_1y		100～300	第一组合		200～360	第一组合		170～700	第一组合
D_1n		60～760			60～200			60～160	
D_1l		300～650			340～650			340～1038	
Pz_1									

图 2-4-26 桂中坳陷生储盖组合划分示意图

6.圈闭

坳陷内的构造线以南北向为主；西部由于马山—都安北西向边界断裂的存在和发展，构造线依附该断裂呈北西向展布；河池、宜山、柳城一带，构造线呈东西向弯曲延伸，该带之北侧以北东向为主。在上述构造线展布的背景下，坳陷地表有背斜构造圈闭和构造断层复合圈闭 50 个（图 2–4–27）。



井号	构造名称	完井层位	井深(m)	油气显示	井号	构造名称	完井层位	井深(m)	油气显示
龙1	龙美	D_3	641.84	气显示	北1	北山	C_1	478.14	气显示
洛1	洛岸	C_1	535.12	气显示	北2	北山	D_3	699.11	气显示
洛2	洛岸	C_1	860.39	气显示	里2	里高	D_3	1400	气显示
大2	大埔	C_1	579.69	气显示	理1	理苗	D_2	1296.58	气显示
大5	大埔	C_1	602.31	气显示	石深1	理苗	D_3	1680	气显示
柳1	柳江	D_2	162.10	气显示	柳深1	柳江	D_2	2444	气显示
岩2	岩口	D_2	658.41	气显示	桂参1	柳江	D_1	3630	气显示

图 2–4–27 桂中坳陷局部构造分布图（附主要钻孔）

（图中局部构造见表 2–4–13）

表 2-4-13　桂中坳陷局部构造数据表[1]

序号	构造名称	核部出露地层	构造闭合面积 (km^2)	构造类型	备注
173	隆公	C_1	100	穹隆	
174	何劳	C_1y	20	穹隆	
175	[illegible]黄	C_1	65	短轴	
176	人和	D_3y	150	穹隆	
177	龙美	C_1y	10	穹隆	
178	洛崖	D_3L	10.3	狭长	四高点的面积和
179	大埔	C_1d	9.4	短轴	二高点的面积和
180	岩口	D_3y	48	狭长	
181	石别	C_3^{4-5}	0.4	短轴	
182	上洞	C_1d		短轴	
183	山洞	C_1y	10	短轴	二高点的面积和
184	平山	C_1d		穹隆	
185	东泉	C_1d		短轴	
186	雒容	D_3L	10	短轴	
187	龙洞	C_2	30	穹隆	
188	龙头	D_3L	29	短轴	
189	宜江	D_3y		穹隆	
190	加贵	C_1d	16	狭长、短轴	二高点的面积和
191	伍仁	C_2h	270	穹隆	
192	北山	D_3y	73.5	穹隆	二高点的面积和
193	高堡	C_2h	20	穹隆	
194	喇洞	C_3l	14	短轴	
195	京口	C_2h	9	狭长	
196	翁洞	C_2d	17	穹隆	
197	弄月	C_3^{2-3}		短轴	
198	绿纳	C_2d	120	短轴	
199	理苗	D_3	39	短轴	五高点的面积和

续表

序号	构造名称	核部出露地层	构造闭合面积 (km²)	构造类型	备注
200	岜尖	C_3	11	短轴	
201	猫洞	C_3^2	10	短轴	二高点的面积和
202	大塘	C_3	39	短轴	
203	黄洞	D_3	57	短轴	二高点的面积和
204	周洞	C_3	15	短轴	
205	摩秀	C_3	24	穹隆	
206	上社	C_2h	38	短轴	
207	里高	C_2h	18	短轴	
208	士博	C_2h	23	穹隆	
209	江洞	D_3y	136	短轴	二高点的面积和
210	柳江	D_3y	44	短轴	三高点的面积和
211	果莽	C_2h		鼻状	
212	安良	C_2h		鼻状	
213	罗圩	D_3y		狭长	
214	敢更	D_3y		短轴	
215	龙光	C_2	131	穹隆	
216	良江	C_1y		鼻状	
217	乾山	C_3		穹隆	
218	桥圩	C_2h		短轴	
219	周罗	D_3y		鼻状	
220	寺脚	D_2d	50	穹隆	
221	山头	C_1		鼻状	
222	花山	C_1d		鼻状	

①本表序号接图 1–4–10 图注。

四、二级构造单元勘探与含油气简况

根据地表构造特征及地层出露情况，桂中坳陷可划分为四个二级构造单元，即柳城凹陷、宜山凸起、来宾凹陷和象州斜坡（图 2–4–28）。

*1.*柳城凹陷

位于坳陷北部，环绕江南隆起南缘，呈一向南突出的弧形，面积11000平方公里。地表出露中泥盆统及下石炭统，构造线依附江南隆起的弧形边缘展布，凹陷西部呈北西向，中部转变为东西向，东部则以北东向、北东东向为主。已发现地面背斜9个。勘探目的层为泥盆系及下石炭统。凹陷东部柳城一带下石炭统石灰岩中油苗分布广泛。1958～1959年，围绕油苗在龙美及洛崖背斜上，开展了浅井钻探，共打井3口。

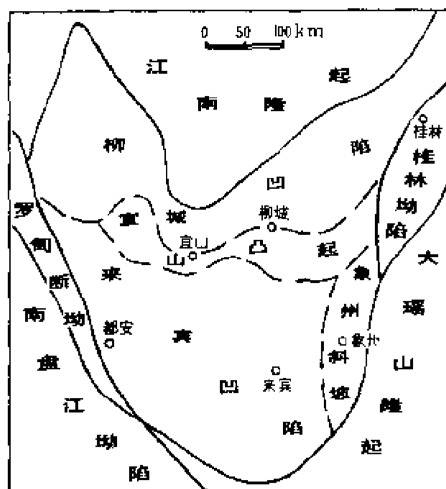


图2-4—28 桂中坳陷构造单元划分图

洛1井位于洛崖背斜东兴高点上，1958年9月开钻，1959年2月完钻，井深535.12米，钻遇地层均为下石炭统大塘组，岩性为灰黑色泥灰岩、钙质泥岩及泥质石灰岩互层。在井深286.96～401.71米泥灰岩之裂隙中有气涌出井口，共冒气16次，每次5～40分钟不等，点火可燃，火焰兰色和黄色。经取样（两个）分析，气体中含甲烷2.02～67.90%，含重烃0.14～3.5%。

洛2井位于洛崖背斜上庄高点上，1959年1月开钻，1960年2月完钻，井深860.39米。钻遇地层与洛1井相似，岩性上部为白云岩、石灰岩，中、下部为黑色页岩夹泥灰岩、燧石灰岩互层。在井深824.66～827.48米的黑色石灰岩、泥岩之岩芯中见椭圆形油斑，新击开面有汽油味。在井深771.808、824及848～853米井段，有气体冒出井口，无色无味，点火不燃。

2.宜山凸起

位于柳城凹陷之南，呈近东西向长条形展布，面积约4600平方公里。河池—宜山呈东西向弯曲伸展的逆冲断层带（总体上由北向南推覆）构成凸起上的构造主体。地表主要分布泥盆系及石炭系，已发现地面背斜12个，大都受断层割切。

宜山凸起的主要勘探目的层为泥盆系及下石炭统。凸起东部鹿寨附近下石炭统石灰岩中油苗丰富。在油苗集中分布区的大浦背斜上曾钻探井2口。大2井于1958年9月开钻，1959年1月完钻，井深579.69米，钻遇下石炭统大塘组（C_1d）泥岩、泥灰岩及页岩互层，在井深303～405米，有气体涌出井口，无色无臭，点火不燃。大5井于1958年8月开钻，同年12月完钻，井深602.31米。钻遇地层与大1井相似。在大塘组（C_1d）中有气显示，但点火不燃，气样含甲烷0.7～8.47%。在宜山南侧的岩口背斜上钻探的岩2井，于1960年1月开钻，同年4月完井，井深658.41米，钻遇中泥盆统东岗岭组（D_2d），在井深597.94米，发生井涌7分钟，井深612.85米井涌41分钟，气样含甲烷10.45%。

3.来宾凹陷

位于宜山凸起之南，是桂中坳陷的中心所在，面积约21000平方公里。地表主要分布石炭系碳酸盐岩，背斜轴部多有上泥盆统出露，主要勘探目的层为中、下泥盆统的碳酸盐岩及砂泥岩组合。凹陷中构造线以南北向为主，西部为北西向，已发现地面背斜圈闭或背斜断层复合圈闭29个。1958年～1961年，曾在柳江、理苗、里高及北山等背斜上进行浅井钻探，井深多小于1200米，一般在中泥盆统东岗岭组（D_2d）完钻。1970年以来，在柳江、理苗

等背斜上进行了中深井钻探。

柳深1井位于柳江背斜红庙高点北侧，于1970年12月开钻，1973年9月因卡钻事故完钻，井深2444米。在上泥盆统开孔，穿过中泥盆统东岗岭组灰黑色泥灰岩夹深灰色泥岩，进入应堂组（D_2i）344米。应堂组岩性为灰黑色泥灰岩与深灰色泥岩互层，下部泥岩增多，未发现直接油气显示，但该井对认识地腹地层组合有一定意义。

石深1井位于凹陷北部的理苗背斜石脉高点附近。1976年1月开钻，1979年3月完钻，井深1683米。于上泥盆统开孔，钻入D_2i中（井深1277米）遇逆冲断层（图2-4-29），断层下盘为D_3地层，未获成果。

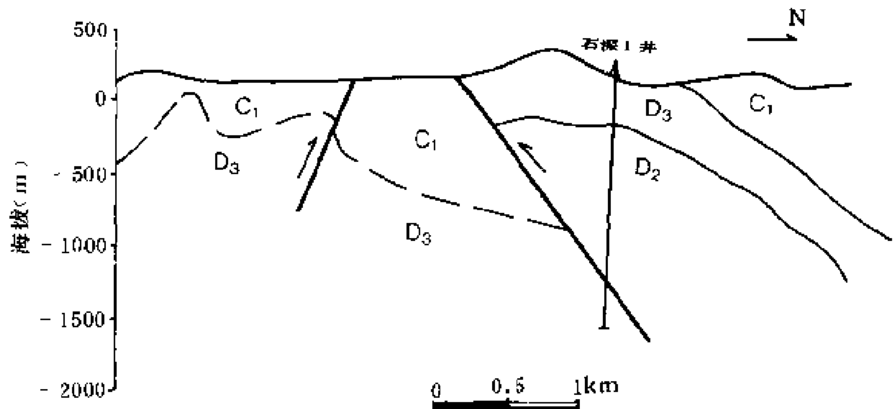


图2-4-29 桂中坳陷理苗背斜石脉高点逆冲断层示意剖面图

桂参1井系地矿部中南石油地质局钻探的深井。该井位于柳江背斜上，1983年6月17日开钻，1984年5月27日完钻，井深3630米，是目前桂中坳陷最深的一口参数井。于上泥盆统开孔，穿过中泥盆统及下泥盆统的四排组（D_1s）、郁江组（D_2y），进入那高岭组（D_1n）。几乎揭穿坳陷地腹的全部泥盆系地层组合（莲花山组未钻达），为研究泥盆系的含油性提供了可贵的资料。该井在钻探中，没有发现直接的油气显示。将其钻遇地层列表如下（表2-4-14）。

表2-4-14 桂中坳陷桂参1井钻遇地层简表

井深（m）	层位	主要岩性
0~6	Q	浮土
1216	D_3r	灰色石灰岩或含鲕粒石灰岩
1884	D_2d	上部深灰、灰黑色含泥质石灰岩，下部为黑色石灰质泥岩
2448	D_2i	深灰、灰黑色石灰岩、泥灰岩互层，下部为泥岩
2537.5	D_1s^5	灰黑色生物碎屑石灰岩
2669	D_1s^4	灰黑色泥灰岩夹泥岩

续表

井深（m）	层位	主要岩性
2925.5	D_1s^3	同上
3084.5	D_1s^2	深灰色白云岩夹黑色页岩
3361	D_1s^1	灰黑、深灰色介屑石灰岩、泥岩夹白云岩
3550	D_1y^2	黑灰色泥质石灰岩夹泥岩
3624	D_1y^1	灰色石英粉、细砂岩
3630	D_1n	紫红色粉砂岩

4.象州斜坡

位于桂中坳陷东部，东与大瑶山隆起为邻。地面广布中、下泥盆统。是中国南方研究泥盆系的理想地区之一。位于该地区的象州泥盆系剖面，以其出露完整、层位齐全、生物丰富而著称，经有关方面研究，已成为中国南方泥盆系层型剖面之一。

参 考 文 献●

王尚文等，1983，中国石油地质学，石油工业出版社。

王新洲，1985，不成熟生油岩的热压模拟实验，沉积学报，1983年第1期。

王鸿祯，1985，中国古地理图集，地图出版社。

方少仙等，1989，中国南方泥盆、石炭纪岩相古地理及含油气性研究，含油气盆地沉积相与油气分布，石油工业出版社。

邓宗淮等，1989，贵州海相地层有机质成熟度与油气勘探，中国含油气盆地烃源岩评价，石油工业出版社。

中国石油学会石油地质委员会，1986，有机地球化学和陆相生油，石油工业出版社。

中国科学院地球化学研究所，1986，有机地球化学论文集，科学出版社。

田在艺，1983，中国石油地质特征及油气远景评价，石油学报，第4卷第1期。

关士聪等，1980，中国晚元古代至三叠纪区域沉积环境模式探讨，石油与天然气地质，第1卷第1期。

周堃等，1989，南盘江及邻区早二叠世茅口期沉积相特征和含油性评价，含油气盆地沉积相与油气分布，石油工业出版社。

威尔逊，1981，地质历史中的碳酸岩相，地质出版社。

徐志川，1989，南盘江及邻区早二叠世茅口期生物礁及其含油性探讨，含油气盆地沉积相与油气分布，石油工业出版社。

蒂索（Tissot B.P.）等，1982，石油形成与分布，石油工业出版社。

韩世庆等，1982，黔东麻江古油藏的发现及其地质意义，石油与天然气地质，1982年第4期。

●本篇主要依据滇黔桂石油勘探局生产和研究单位最新成果（未刊稿）编写。

第三篇　中生代沉积盆地

概　述

滇黔桂地区中生界陆相盆地主要是一些残留构造盆地，计有楚雄盆地、桂平盆地、十万大山盆地、兰坪思茅盆地以及四川盆地南缘伸入云贵的绥江地区、赤水地区等（图3-0-1）。此外在部分地区虽有中生代陆相地层分布，但大多属构造向斜中的残留地层，面积小，不属本章叙述之列。

各盆地内的地层组合虽有差别，但多形成于晚三叠世至晚白垩世。上三叠统多为陆相含煤碎屑岩、泥页岩（部分为含煤磨拉石建造），在楚雄盆地西部，十万大山盆地南部为海相或海陆交互相碎屑岩，呈假整合或不整合于上三叠统之上。侏罗系、白垩系在各盆地内均为陆相砂泥质岩，侏罗系与下伏上三叠统多为连续沉积（兰坪思茅盆地缺失下侏罗统，与上三叠统之间有沉积间断），侏罗、白垩系之间普遍存在沉积间断，下白垩统在赤水、绥江地区缺失。各盆地地层划分对比见表3-0-1。

滇黔桂地区中生界陆相盆地是在印支运动晚期所形成的构造背景上发展起来的，印支末幕结束了该区海相沉积历史，开始了陆相湖盆的沉积。早期，形成了四川盆地、十万大山盆地及兰坪思茅盆地等大型湖相盆地。原始四川盆地的南界，可能包括贵州贵阳、盘县、云南曲靖、昆明、玉溪一线以北地区（参见图1-4-7、3-0-1），楚雄盆地以及禄丰、安宁等小盆地均属原始四川盆地的组成部分，由于这些地区当时的构造环境可能与四川盆地有差别，因此这些盆地的沉积特征与四川盆地也不尽相同。原始十万大山盆地可能包括桂平盆地及桂南的一些中生界出露区。侏罗、白垩系沉积时，四川盆地和十万大山盆地是相互分割的。由于两大盆地之间的桂西北、黔南等地缺失侏罗纪及白垩纪沉积，其分隔程度尚难明确指出。兰坪思茅盆地则是在滇西印支地槽褶皱的基础上形成的。燕山运动特别是喜山运动的抬升和褶皱，使四川盆地、十万大山盆地和兰坪思茅盆地定型，并支解出楚雄盆地、桂平盆地及其它小盆地。

由于本区中生界陆相盆地多系红层沉积，因此在这些盆地中的主要勘探目的层乃是侏罗系覆盖下的海相地层及上三叠统的煤系地层。各盆地中生油岩有机质的热演化程度多已进入高成熟阶段，在勘探中应以找气为主。各盆地泥质岩发育，具有较好的区域盖层，其油气保存条件较震旦系至中三叠统海相沉积勘探区为好，如赤水地区在侏罗系泥质岩类覆盖下的三叠系及二叠系碳酸盐岩中已发现气田就是一个例证。但是在一些盆地中，由于侏罗系、白垩系厚度过大（如楚雄盆地等），不利于勘探下伏海相或煤系含油气地层。

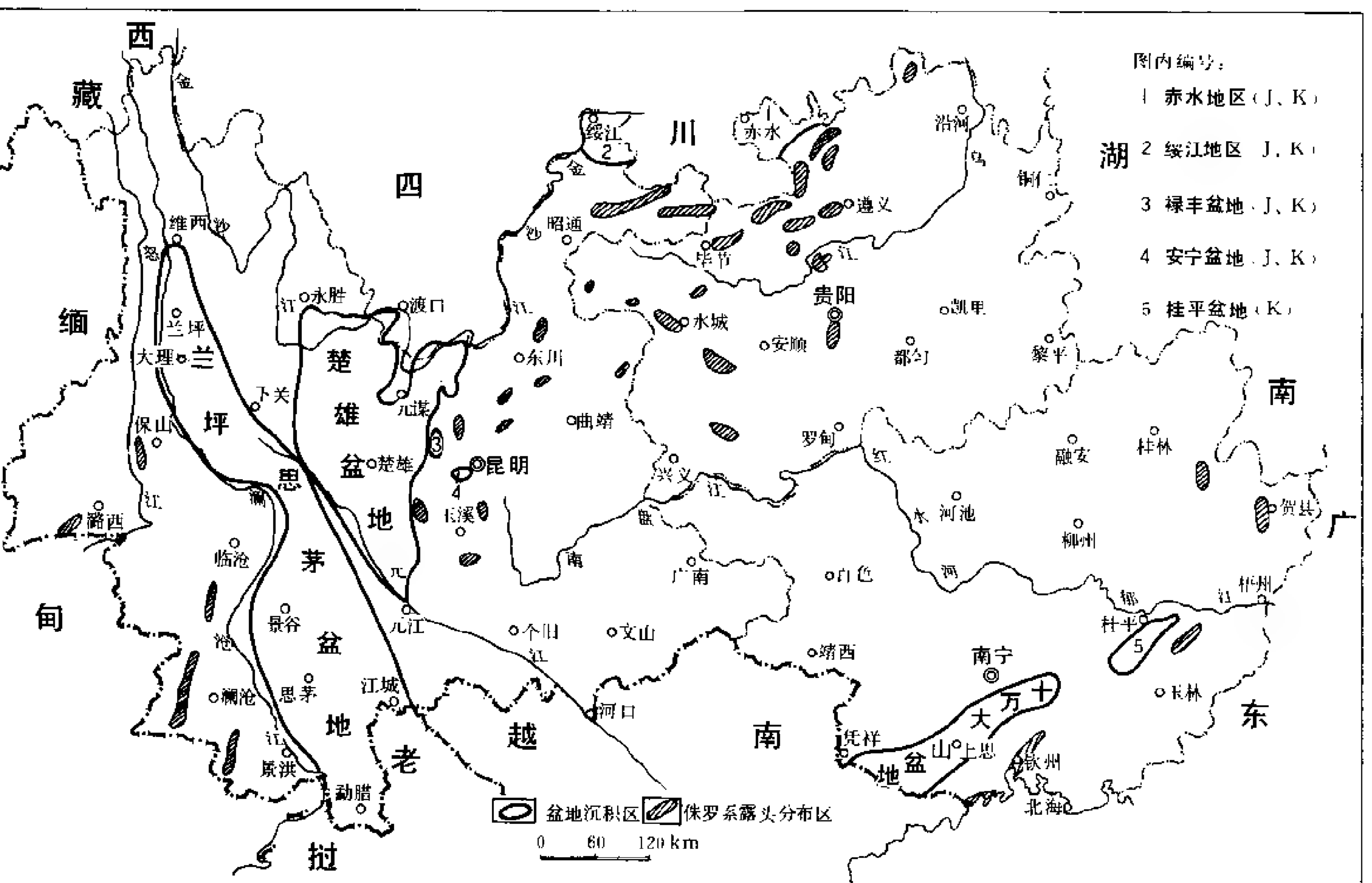


图 3-0-1 滇黔桂地区中生界陆相盆地分布图

表3-0-1 滇黔桂地区中生界盆地（地区）地层划分对比表

系	统	代号	兰坪思茅盆地	楚雄盆地	四川盆地 赤水地区	四川盆地 绥江地区	十万大山盆地	桂平盆地
下第三系		E	E	E			E	E
白垩系	上统	K_2	曼宽河组 曼岗组	江底河组 马头山组	灌口组 夹关组		把里组	把里组
白垩系	下统	K_1	景星组	普昌河组 高峰寺组			那派组	那派组
侏罗系	上统	J_3	坝注路组	妥甸组 蛇店组	蓬莱镇组		岽力组	侏罗系？
侏罗系	中统	J_2	和平乡组 小红桥组	张河组	遂宁组 沙溪庙组		那荡组	
侏罗系	下统	J_1		冯家河组	自流井组		百姓组	
三叠系	上统	T_3	桃子树组（麦初箐组、三合洞组） 威远江组（歪山村组）	舍资组 干海资组 普家村组 罗家大山 云南驿	须家河组		扶隆坳组 平洞组 板八组	
下伏地层			T_2、D、C、P	P、D、P_1	T_2		T_1、P、D、∈	C、D、D_1、∈

第一章 赤 水 地 区

第一节 概　　况

赤水地区在地质构造上称赤水凹陷，属四川盆地川南坳陷伸入贵州的部分。面积3100平方公里。地貌属中、高山区。公路和水运交通比较方便，有公路与黔北遵义和川南泸州等地相通；赤水河上的航运与长江航道相接。是黔北工农业较发达的地区之一。

四川石油管理局于50年代初期，在赤水地区进行石油地质调查中，发现了太和、旺隆两背斜构造。1966年开始在上述两背斜构造上进行地震勘探，完成地震测线165公里（光点地震仪）。1966年4月15日，在太和背斜顶部钻探太1井，1966年8月21日完钻，完钻井深为1384.11米，井底层位为下三叠统嘉陵江组三段三层（$Tc^3 3$）。经对嘉陵江组四段一层（$Tc^4 1$）至三段三层（$Tc^3 3$）进行完井试油，获日初产天然气25万立方米。1966年5月15日，在旺隆背斜顶部钻探旺1井，1966年12月29日完钻，完钻井深1531.95米，井底层位为嘉陵江组二段三层（$Tc^2 3$）。1967年1月经对嘉二^{3}层进行完井测试，获日初产天然气38万立方米。之后，共钻井8口（太和6口，旺隆2口），进尺13158.23米。发现了太和、旺隆两个气田。四川石油管理局在完成上述工作量后，于1973年移交贵州石油勘探指挥部继续勘探开发。

自1973年以来，贵州石油勘探指挥部在赤水地区，对太和、旺隆、官渡、雪白坪、宝元及西门等背斜进行了地面地质详查和地震勘探，至1989年底，在上述构造分布的1100平方公里范围内，累计完成地震测线1758.3公里。发现或证实地面背斜构造7个，发现潜伏高、断鼻5个。累计完成探井25口，总进尺60327.44米（此外地质部门为在该地区找盐钻井3口：赤1、赤2、赤3，进尺5286.10米）。建成了太和、旺隆两个气田，发现了官渡含气构造，至1989年底，累计采气6.93亿立方米。

第二节 地层和构造

赤水地区地表大部分地区为上白垩统陆相红色地层覆盖，东南边缘地区及部分地表背斜的核部，有侏罗系分布（图3-1-1、2）。地腹震旦系、寒武系、奥陶系及志留系均保存完好；缺失泥盆、石炭系；二叠系直接覆盖于中志留统侵蚀面之上，下三叠统碳酸盐岩发育，中三叠统残缺不全（图3-1-3），上三叠统须家河组煤系与侏罗系分布形影相随。

该地区在加里东构造期，属滇黔北部坳陷的组成部分，下古生代地层沉积较完好，总厚度为4000米，其中碳酸盐岩约占总厚度的57.3%。海西早中期（D-C），属上扬子古陆。海西晚期二叠纪广泛海浸，形成了早二叠世碳酸盐岩沉积，晚二叠世海退，沉积了含煤泥砂岩。印支晚期本区处于四川泸州古隆起的南斜坡，中三叠世沉积受到剥蚀，仅残留有部分雷口坡组碳酸盐岩。燕山期属四川原始侏罗纪湖盆沉积的一部分。喜山期本地区发生褶皱运动和持续抬升，缺第三纪地层，使之处于四川盆地的南缘，形成了现今的构造格局。

1 太和构造　2 旺隆构造
3 官渡构造　4 旺西南潜伏高
5 旺南潜伏高　6 宝源构造
7 雪白坪构造　8 西门构造
9 五南鼻状构造
10 复兴鼻状构造
11 二郎鼻状构造

K_2j^2 白垩系夹关组上段
K_2j^1 白垩系夹关组下段
Jc^4 侏罗系蓬莱镇组
Jc^3 侏罗系遂宁组
Jc^{1+2} 侏罗系沙溪庙组
Jt 侏罗系自流井群
T_3x 三叠系须家河组
T_2g 三叠系关岭组
T_1 三叠系下统
P_2 二叠系上统
P_1 二叠系下统

0　5　10km

图 3-1-1　黔北赤水地区地质图

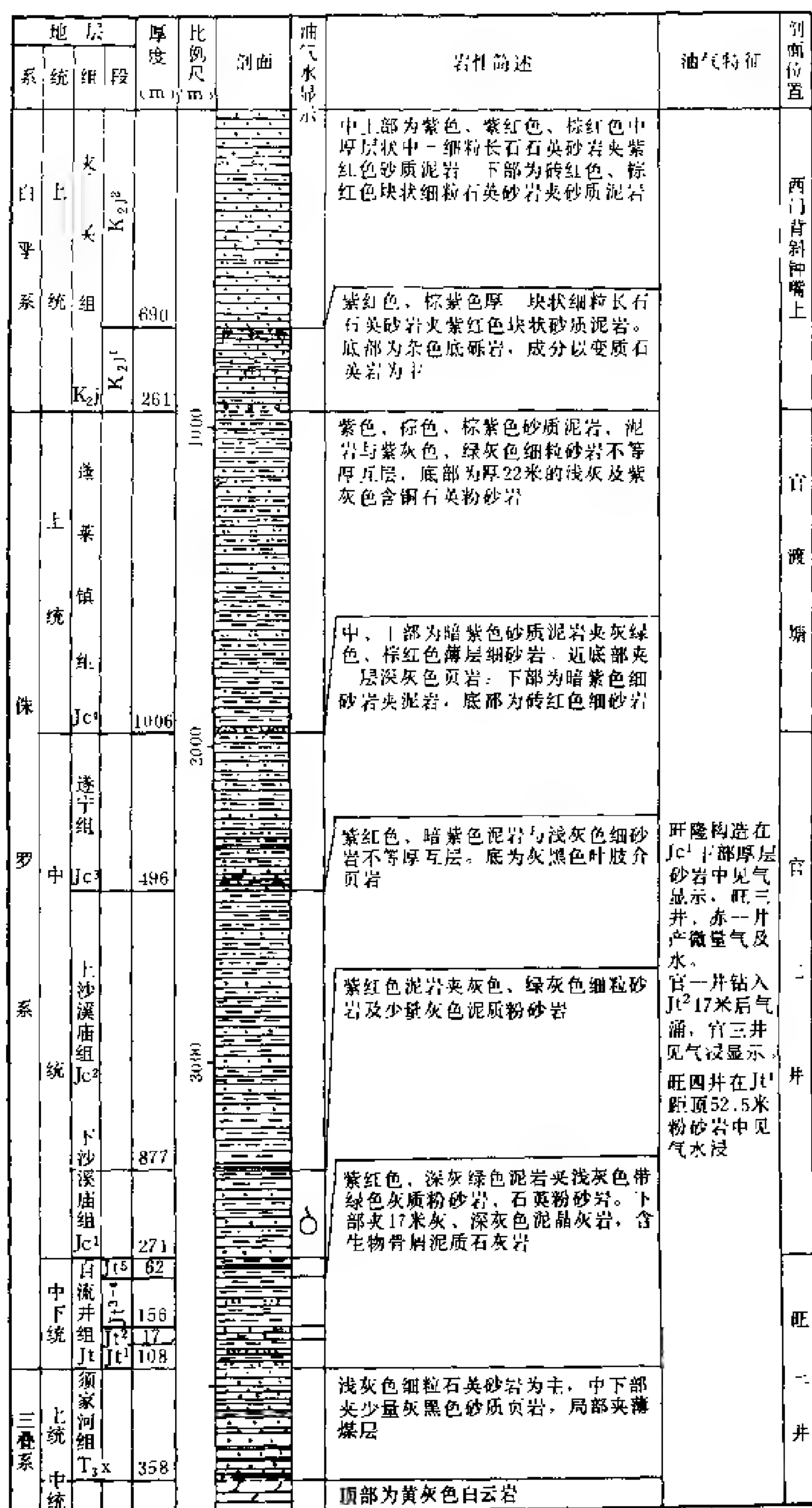


图 3-1-2 黔北赤水地区侏罗、白垩系柱状简图

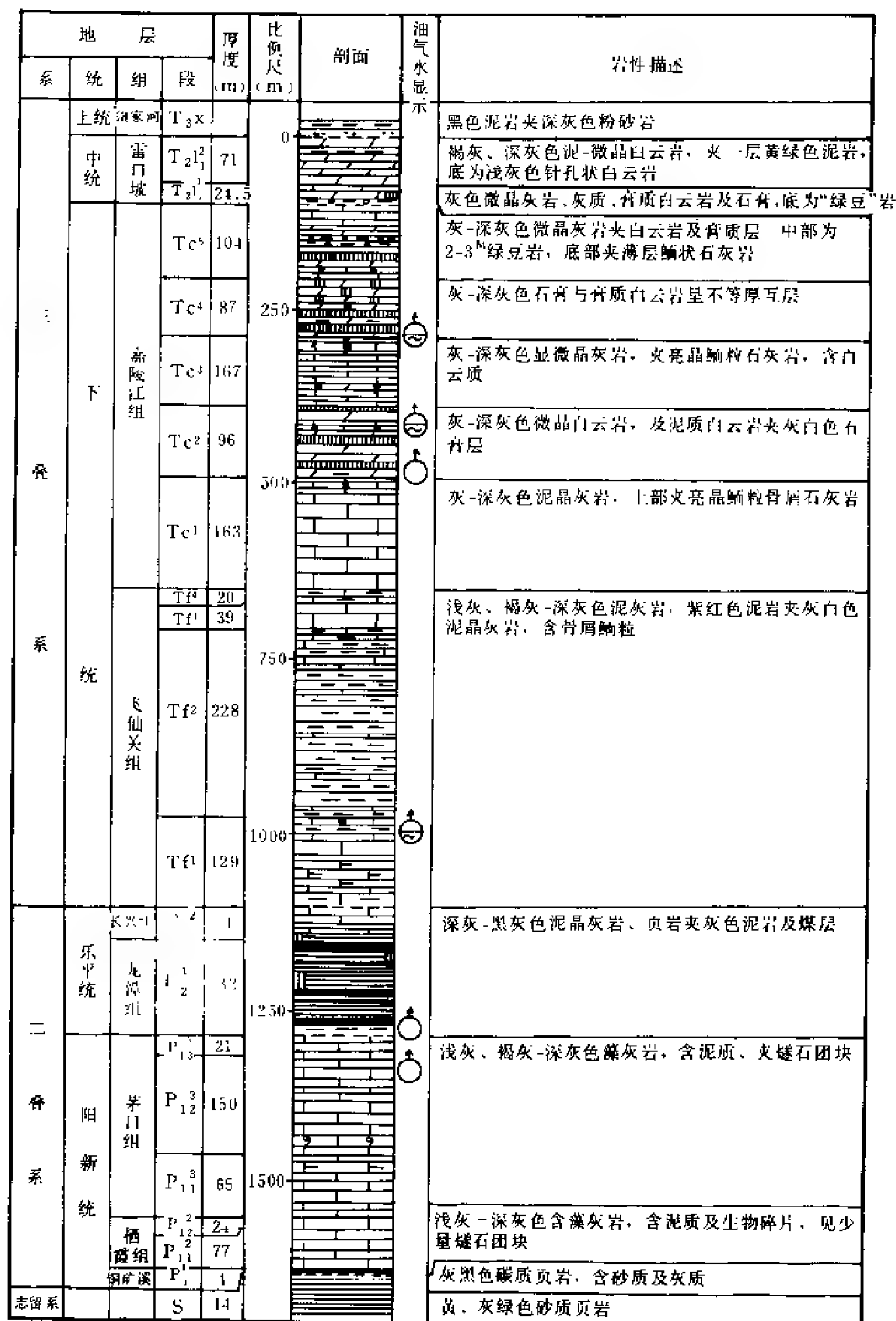


图 3–1–3 黔北赤水地区二、三叠系综合柱状图

赤水地区的地表构造线有东西向及北北西向两组，两组构造线的复合叠加，形成了本地区一系列背斜构造圈闭。其中地表背斜构造形态较明显者，计有太和、旺隆、官渡、宝元、雪白坪及西门等。经地震勘探发现的有：复兴鼻状构造、旺西南潜伏高、旺南潜伏高、二郎鼻状构造和五南鼻状构造等。

太和、旺隆背斜是川南长垣坝东西向构造带的组成部分，组成该构造带的付家庙、长垣

坝、沈公山、打鼓场、五通场（在四川境内）以及太和、旺隆背斜均已构成气田。现将太和、旺隆等背斜的构造基本数据列于表3-1-1。

表3-1-1 黔北赤水地区构造基本数据简表

构造名称	层位	长轴 (km)	短轴 (km)	闭合面积 (km^2)	闭合高度 (m)	高点埋深 (m)
太和	T_3x 底	5.0	3.0	11.2	250	1206
	P_2 底	7.0	4.5	24.5	750	2413
	S底	7.0	5.0	21.5	450	4093
旺隆	T_3x 底	9.0	4.5	19.8	520	1249
	P_2 底	10.0	3.0	16.3	500	2540
	S底	9.0	3.0	19.25	400	3854
宝元	T_3x 底	5.0	3.0	11.75	350	1750
	P_2 底	2.0	1.75	4.1	250	2957
	S底	2.0	1.5	2.3	40	4488
官渡	T_3x 底	18.1	4.75	40.1	260	1800
	P_2 底	20.0	8.8	48.3	310	4100 (?)

第三节　石油地质特征

赤水地区多数层系均有生油岩。但从表3-1-2中可以看出，生油岩的有机质丰度指标一般偏低，成熟度较高，多已处于成熟晚期或高成熟期。但上二叠统乐平组煤系中的煤，可能是重要的气源之一。用恢复氯仿沥青"A"法，估算的天然气总资源量为193～778亿立方米。其中二、三叠系的资源量为39.9～154.1亿立方米。下古生界的资源量为153.1～623.9亿立方米。

赤水地区在纵向上有四套较好的储、盖组合，自上而下为：

下三叠统嘉陵江石灰岩组合（Tc），主要由白云岩、生物骨屑石灰岩、鲕状石灰岩及石膏、含膏质白云岩、泥质白云岩组成，自上而下可细分为六个储盖亚组合，其中Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ亚组合（表3-1-5），是太和、旺隆气田的主要产层，每一亚组合的储集层厚度为27米（Ⅲ）～189.5米（Ⅰ），直接盖层厚度为6～225米。勘探证实，嘉陵江石灰岩是现今太和、旺隆气田的主要产气层，也是赤水地区有潜在能量的储集层。

二叠系组合，主要由茅口组上部微晶灰岩及乐平统泥岩、页岩夹煤线组成（表3-1-7），茅口组石灰岩储集层厚为136～200米，其上盖层厚为81～132米。在储、盖层之

间存在一侵蚀面，它在一定程度上可改善茅口石灰岩顶部的储集空间。勘探证实，茅口组石灰岩储集层为太和、旺隆气田的高压产层，也是赤水地区有潜在能量的储集层。

表 3-1-2 黔北赤水地区各层系生油岩综合数据简表

生油岩时代	厚度 (m)		地球化学指标				成熟度
			$C_{有}$ (%)		"A" (%)		
	碳酸盐岩	泥岩	碳酸盐岩	泥岩	碳酸盐岩	泥岩	
T_1c	300	2	0.02~0.22		0.0015~0.0203		湿气阶段
T_1f	130	140	0.06~0.27	0.12	0.0062~0.017		湿气阶段
P_2	50	80	0.15~0.4	0.7~1.5	0.01	0.004~0.005	湿气干气阶段
P_1m	190	/	0.12~0.7	/	0.003~0.01	/	干气阶段
P_1q	45	/	0.2~0.4	/	0.006~0.008	/	干气阶段
S	50~250	200±	0.1~1.5	0.2~0.8	0.005~0.01	0.005~0.015	干气阶段
O_{2+3}	40~50	10~20	0.05~0.1	1.5~6.0	0.005~0.02	0.01~0.03	干气阶段
O_1	150~200	150~200	0.05~0.1	0.1	0.005~0.01	0.03~0.06	干气阶段
ϵ_{2-3}	700~900	20	0.5~0.9	<0.1	<0.005	<0.002	干气阶段
ϵ_1	50~300	150~500	0.05~0.1	0.2~2.0	0.002	0.003~0.005	干气阶段
Z_2^2	100~400	/	0.1~0.2	/	0.01~0.03	/	干气阶段
Z_2^1	/	20~80	/	0.05~1.0	/	0.005~0.01	干气阶段

表 3-1-3 黔北赤水地区储、盖层状况简表

	T	P	S	O_{2-3}	O_1	ϵ_{2-3}	ϵ_1	Z_2^2	Z_2^1
盖层厚度 (m)	350~500	100	100~1000		100~400		100~500		
储集层厚度 (m)	300	250	24.59	48.31	222.63	756	124.85	305.16	39.81

志留系组合，推测主要由石牛栏组生物碎屑石灰岩、礁滩相石灰岩及覆于其上的泥页岩组成。

奥陶、志留系组合，推测由中、下奥陶统石灰岩、白云岩及其上的泥页岩组成。

此外尚有寒武、震旦系组合，推测由下寒武统下部的泥页岩及上震旦统灯影组藻白云岩组成。

1983 年 4 月，太 13 井钻人志留系上部钙质粉砂岩，在井深 3057.44 米、3118.8 米及 3237.7 米曾发生二次强烈井喷，初步证明该区的志留系乃是一个新的勘探领域。

第四节 太和、旺隆气田地质

太和、旺隆两气田（图3–1–4），是背斜构造控制的多产层、多气藏气田。已开发的储气层段均为碳酸盐岩，具有低孔隙、低渗透和不均质的特点。储集类型以裂缝—孔隙型和裂缝型为主。已开发的气藏均为有水气藏，

一、太和、旺隆气田的构造圈闭类型属低构造类

太和、旺隆两气田，位于川南泸州古隆起（印支期）的南斜坡，长垣坝东西向构造带的东部。按背斜核部出露地层层位应属低构造类。该类型构造圈闭，是川南勘探成功率高的有利构造类型（川南低构造勘探成功率83.9%）。根据《四川盆地震旦系至中三叠统油气资源评价报告》中的构造分类，凡地面构造轴部出露上三叠统须家河组及其以上地层者属低构造。褶皱强度系数（闭合度／短轴）范围≥0.1、0.05～0.1、≤0.05，陡翼最大倾角范围>45°、45°～10°、<10°，相应定名为低陡、低缓、低平构造。太和、旺隆气田构造圈闭类型数据如表3–1–4。

表3–1–4 黔北赤水地区太和、旺隆气田构造类型数据简表

气田名称	层位	短轴(Km)	闭合高度(m)	褶皱强度系数	陡翼最大倾角(度)	构造类型
太和	T_2顶	5.5	250	0.045	35	低缓
	Py顶	4.5	750	0.16	35	低陡
	S顶	4.2	300	0.071	／	低缓
	O_2顶	5.0	450	0.09	／	低缓
旺隆	T_2顶	4.5	520	0.12	35	低陡
	Py顶	3.0	500	0.17	42	低陡
	S顶	3.6	300	0.083	／	低缓
	O_2顶	3.0	400	0.13	／	低陡

二、太和、旺隆气田是多产层气田

1. 储气层段的纵向分布

各气田在总体上受背斜圈闭控制。在纵向上现有五个具开采价值的储气层位。它们是下二叠统茅口组（P_1^3）、下三叠统飞仙关组一段（Tf^1）、下三叠统嘉陵江组一段至二段一层（Tc^1—Tc^21）、嘉陵江组二段二、三层（Tc^22～3）、嘉陵江组三段至四段一层（Tc^3—Tc^41）。各储气层均有自己的盖层。形成较好的储盖组合（表3–1–5、6、7）。

2. 储气层的岩性、物性特征

太和、旺隆气田的五个储气层段的岩性均为碳酸盐岩。属于开阔海台地滩相沉积。下三叠统嘉陵江组（T_1c）、飞仙关组一段三层（Tf^13）及下二叠统茅口组上段（P_1^3）各层系在灰岩中，含有亮晶、生物、藻、鲕灰岩、白云岩等岩类。原生及后生改造的孔、洞、缝较发育，储集条件较好。具有储集层数多、单层厚度小和不均质的特点。储集层以其低孔隙为明

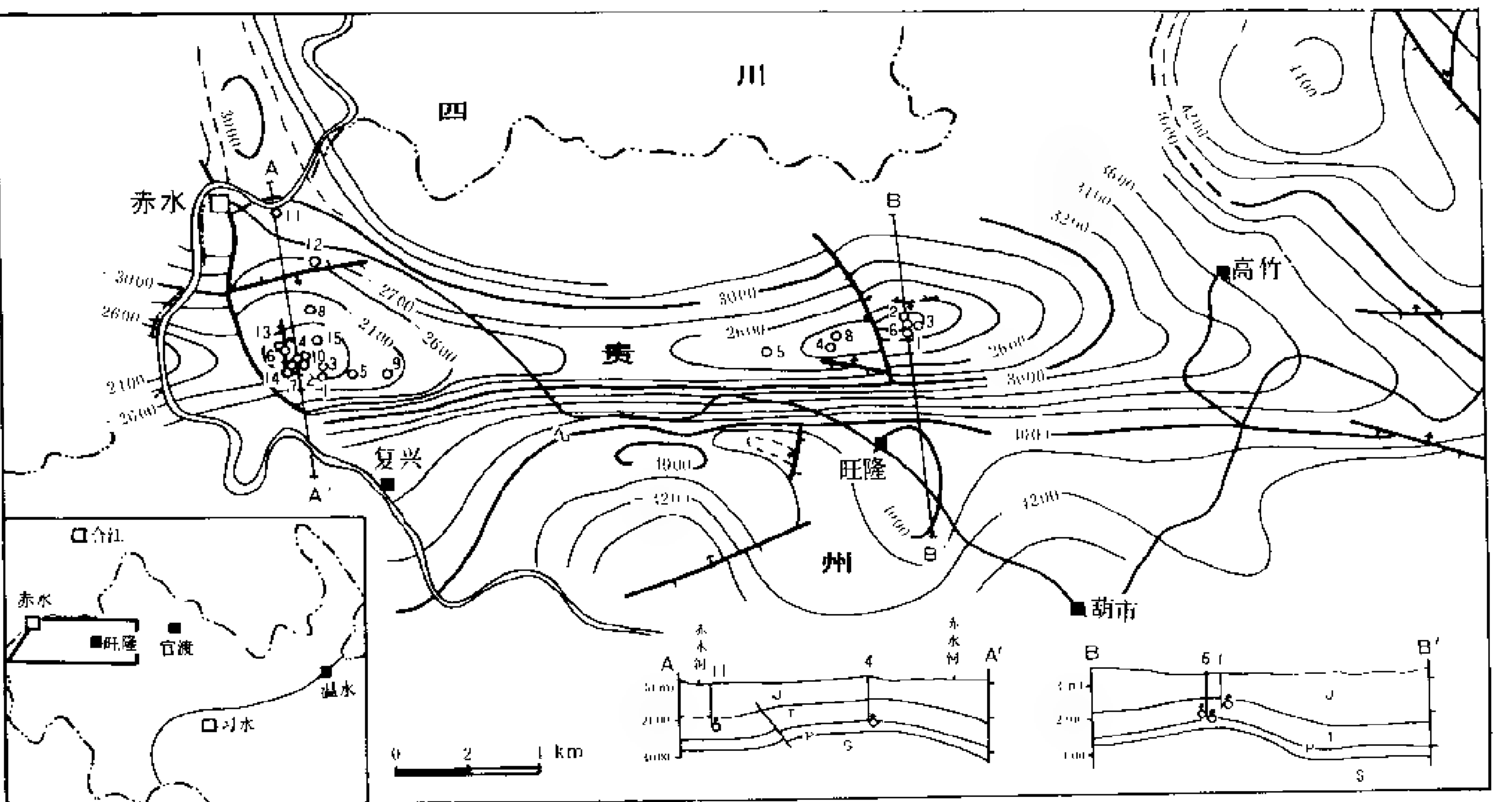


图 3-1-4 黔北赤水地区太和、旺隆气田构造图（构造等高线单位:m）

显特征，嘉陵江组各储集层（Tc）连通孔隙率一般为0.3～3.97%，据4口井82块岩芯样分析数据，平均孔隙度为1.77%，气体渗透率一般小于0.1×10⁻³平方微米。茅口组储集层（P_1^3）连通孔隙度一般为1.17～2.45%，据一口井20块岩芯样分析，其平均孔隙度2.02%，气体渗透率均小于0.01×10⁻³平方微米。

表3-1-5 赤水太和、旺隆气田嘉陵江组储集单元划分简表

地层			储盖单元划分	储盖层	岩性简述	钻厚（m）
组	段	层				
嘉陵江组	嘉四	$Tc^4 2$	Ⅳ	盖层	石膏夹含膏质白云岩、白云岩微晶结构	6～22.5
	嘉三	$Tc^4 1$ | $Tc^3 1$		储集层	石灰岩、部分夹假鲕及生物骨屑石灰岩，白云岩，顶部为白云岩	89.5～160
	嘉二	$Tc^2 3$	Ⅲ	盖层	上石膏层，石膏为主夹白云岩，泥质白云岩	11.5～14
				储集层	白云岩、石灰岩，含生物骨屑，鲕粒	27
			Ⅱ	盖层	中石膏层，白云岩与石膏不等厚互层	5～12.5
		$Tc^2 2$		储集层	白云岩、膏质白云岩，隐—微晶，局部含生物骨屑及鲕粒	21.5～36
			Ⅰ	盖层	下石膏层，石膏夹白云岩及泥岩，底部紫灰色泥岩，太和构造夹石膏较多，以东地区石膏层位于下部，中部夹较厚石灰岩	8～26.5
		$Tc^2 1$		储集层	含泥质白云岩，微晶结构，太和构造为泥质白云岩，以东地区泥质含量减少	6～16.5
	嘉一	Tc^1			石灰岩，显微晶结构，局部含泥质、白垩及生物碎屑、上部夹鲕粒骨屑石灰岩	126.5～189.5

表3-1-6 赤水太和、旺隆气田飞仙关组一段储盖单元简表

地层			储盖单元划分	储盖层	岩性简述	钻厚（m）
组	段	层				
飞仙关组	飞二		Ⅰ	盖层	绿灰色泥岩	3～4.5
	飞一	$Tf^1 3$		储集层	灰色石灰岩、鲕状灰岩、含泥灰岩或泥灰岩	15～19
		$Tf^1 2$		盖层	绿灰色泥岩夹灰色石灰岩	17～18
		$Tf^1 1$		储集层	灰色石灰岩、含泥灰岩，底部为泥页岩	36.5～48.5

嘉陵江组各储集层，孔、洞、缝均较发育，钻井过程中放空、井漏次数多，天然气主要储于孔隙内，裂缝作为渗流通道，开采过程中，表现为裂缝—孔隙双重介质特点，压力恢复曲线可分为三段，后期明显上翘（图 3–1–5）。阳新统及飞仙关组一段储集层（P_1^3 及 $Tf^1 2$），岩性较致密，孔隙不发育，但次生缝、洞发育，开采过程中，表现为以裂缝为主的渗流特点，无双重介质作用特征，压力恢复曲线较明显地分为两段，无后期上翘段（图 3–1–6）。

表 3–1–7　赤水太和、旺隆气田茅口组储盖单元简表

地层			储盖单元划分	储盖层	岩性简述	钻厚 (m)
组	段	层				
乐平组		P_2^1		盖层	灰黑色泥岩、页岩夹煤线	81～132
茅口组	阳三	$P_1^3 3$		储集层	浅灰褐色微亮晶、亮晶灰岩	0～26
		$P_1^3 2A$			深灰夹褐灰色微亮晶灰岩	45.5～58.6
		$P_1^3 2B$			褐灰夹深灰色微亮晶藻屑石灰岩	46.5～58.6
		$P_1^3 2C$			上部微亮晶灰岩、中下部褐灰、深灰、黑灰色微亮晶灰岩	44～57

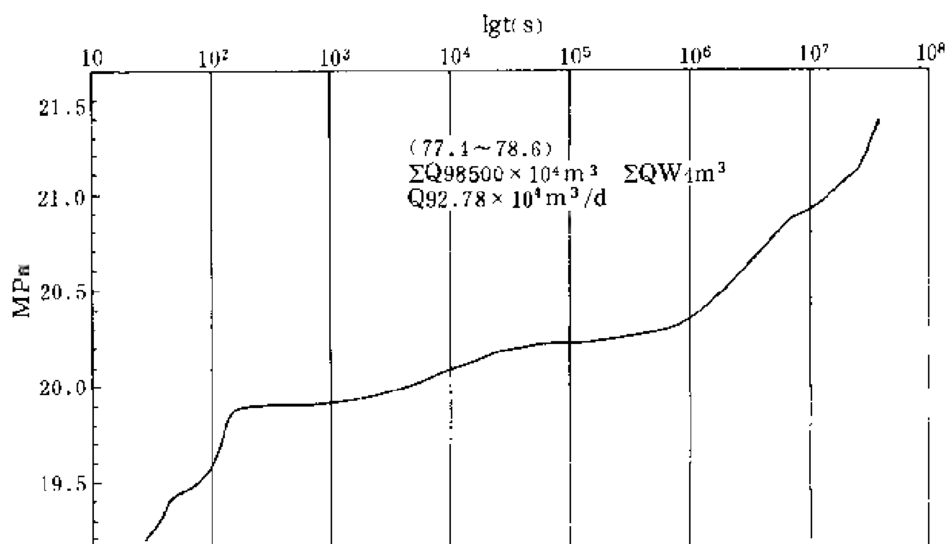


图 3–1–5　旺隆气田旺 3 井压力恢复曲线

三、气藏特点及流体性质

太和、旺隆构造上发育北北西向和北东东向两组断层，多属高角度逆断层，将构造切割成若干断块和裂缝发育部位。在背斜高点、轴线、断层、鼻突、扭曲等部位，都可形成互不连通的独立气藏，勘探开发实践证实，两气田现有 11 个气藏。太和气田有 5 个气藏，它们是位于太和构造高点部位的太 4 井气藏（P_1^3），太 1、2、3、7 井气藏（Tc^1–$Tc^4 1$），太 10 井气藏（$Tf^1 3$），位于太和构造北部鼻突的太 12 井气藏（P_1^3）及太 11 井气藏（Tc^1）。旺隆气

田有 6 个气藏，它们是位于旺隆构造顶部的旺 2 井气藏（Tc^3—$Tc^4$1），旺 1 井气藏（$Tc^2$3），旺 3 井气藏（Tc^1—$Tc^2$1），旺 6 井气藏（$Tf^1$3），位于旺隆构造西断块的旺 4 井气藏（Tc^1—$Tc^2$1）和旺 8 井气藏（P_1^3）。这些气藏的特点是：

1. 含气高度小，充满程度低

气田中各气藏的含气高度小，已知气藏含气高度为 19.5～60.2 米。充满程度低，一般小于 1%（表 3-1-8）。充满程度低的原因可能是：①气田处于泸州古隆起的南斜坡，并非在隆起的顶部。太和气田阳新统顶（P_1y）海拔约低于泸州古隆起顶 650 米；②气田接近盆地边缘，距露头区较近。

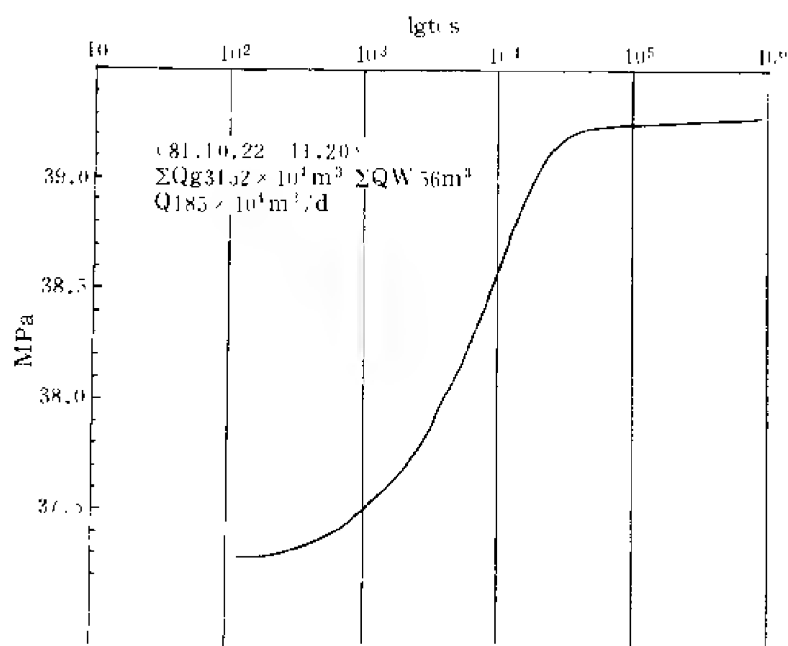


图 3-1-6　旺隆气田旺 8 井压力恢复曲线

表 3-1-8　黔北赤水地区太和、旺隆气田气藏充满程度数据表

气田	产层	气井（气显示井）		水井		含气高度 (m)	闭合高度 (m)	充满程度
		井号	顶部海拔 (m)	井号	顶部海拔 (m)			
太和	$Tc^4$1—$Tc^3$3	太 2	984.79	太 5	−1045.41	<60.62	540	<0.11
	$Tf^1$3	太 4	-1767.21	太 6	−1788.20	<20.99	500	<0.04
	$P^1$3	太 4	2057.21	太 8	−2252.21	<19.5	500	<0.39
旺隆	$Tc^2$3	旺 6	−1070.45	赤 2	'111 47	<41.02	700	<0.06

2. 各气藏均为有水气藏

太和、旺隆气田已开采的各气藏边水或底水十分活跃。无论是三叠系的气藏，还是二叠系的气藏，产纯气期比较短，如旺 4 井在 1983 年底采出程度达 26.6%时，气藏水侵体积约 3 万立方米，约占气藏原始容积的 2%。之后进入出水显示期，进而气水同产。又如太 4 井，至 1985 年 6 月，采出水气比（$m^3/10^4m^3$）已达 90.9。各气藏、各裂缝系统的水体相互间是独立的，不连通的，不存在统一的气水界面，不存在区域连片水。各裂缝系统有各自不同的压能和水质的水体，有各自的气水界面。构造高部位有气也有水，低部位有水也含气。各裂缝系统的水体体积较大，但活跃程度各异。如太 4 井下二叠统茅口组水体体积为 43.1 万立方米（含气容积 56.6 万立方米），相当含气容积的 76%，旺 2 井下三叠统嘉陵江组三段至四段一层（Tc^31—$Tc^4 1$）水体体积 20.3 万立方米（含气容积 4.9 万立方米），相当含气容积的 4.1 倍。气井一旦出水，水气比上升快。如旺 3 井、太 4 井采气中水气比可达 150～200$m^3/10^4m^3$，旺 6、太 11 井水气比也达 20～100$m^3/10^4m^3$。已是气水同产或水淹的太 7 井、太 4 井、太 10 井、太 11 井、旺 3 井、旺 6 井，出水前平均采出程度为 12.4～38.0%，出水时的采出程度为 2.1～40.3%，都属于早期出水类型。

3. 气藏中的流体性质

太和、旺隆气田各气藏所产天然气，属微含硫化氢的干气。三叠系和二叠系阳新统的天然气，甲烷含量为 96～98%，乙烷以上重烃含量为 0.5～1.5%，硫化氢含量为 0.01～0.1%。太 13 井钻入志留系的气显示段，各种成分含量是甲烷 92～95%，乙烷 2.2～4.6%，丙烷 0.5～0.7%，二氧化碳加硫化氢 0.15～0.35%。乙烷以上重烃较二、三叠系的天然气明显变高，已接近湿气。

根据三个气样 Ar 同位素分析结果（表 3-1-9），初步表明，下三叠统嘉陵江组和下二叠统茅口组的气样 Ar40 与 Ar36 比值比较接近，而志留系气样的 Ar40 与 Ar36 比值较前者为大。因此，志留系的气源可能与二、三叠系的气源不同。

表 3-1-9 太和旺隆气田天然气 Ar 同位素分析数据表[1]

井　　号	层　　位	取样井深 (m)	Ar 含量 (ppm)	$\frac{Ar40}{Ar36}$	地质年龄 (Ma)
旺 4 井	$Tc^2 1$	2029	34.6	1608	200
太 12 井	P_1^3	2947	29.5	1833	260
太 13 井	S_2	3112	28.9	2656	420

1 据中国科学院贵阳地球化学研究所分析数据。

各气藏所产地层水，都属氯化钙型（$CaCl_2$）。纵向上各气藏水性有差异，从上至下，总矿化度和氯根含量有逐渐降低之趋势（表 3-1-10）。横向上同一产气层位不同气田上或不同的裂缝系统内水性也有差别。如太和气田 Tc^1 气藏顶部的太 7 井系统所产地层水的总矿化度、氯根、碘、溴、硼含量，分别为 45000 毫克／升、25000 毫克／升、26 毫克／升、186 毫克／升、94 毫克／升；旺 3 井同层位气藏地层水水性数据相应为 52200 毫克／升、22000 毫克／升、30 毫克／升、138 毫克／升、38 毫克／升。

表 3-1-10　黔北赤水地区太和、旺隆气田各气藏水性数据简表

气藏		水型	总矿化度（mg/l）	氯根含量（mg/l）
Tc^3　Tc^2		$CaCl_2$	52000～56000	29000～32000
Tc^1		$CaCl_2$	45000～47000	25000～27000
Tf^1	太和	$CaCl_2$	30000～32000	18000～19000
	旺隆		52000	31000
P_1^3（太和）		$CaCl_2$	30000	18000

第五节　气田开发简况

太和、旺隆两气田，自 1971 年以单井方式投入开发以来，已有 18 个年头了。18 年来在两个气田上投入生产的气井前后共 15 口。截止至 1989 年底，有气井 7 口正在生产，其中正常生产气井 2 口，低产间歇采气井 5 口。

气藏驱动类型属弹性气驱和弹性水驱。无水采气阶段以弹性气驱为主，气藏中气体弹性膨胀驱气流向井口，但也有潜在的水侵活动。出水显示阶段仍以弹性气驱为主，但弹性水驱作用日渐明显。气水同产阶段是弹性气驱和弹性水驱共同作用，在气流出井口的同时，地层水靠释放弹性能量（溶解气）和气流的携带同时产出。当水体弹性能量消耗完毕后，又可由气水同产渐变为无水采气，出现弹性气驱类型，然而气井的能量在此时已枯竭。

各生产井在采气过程中，一般经历三个阶段：①无水采气阶段，该阶段延续时间的长短，取决于该井所在裂缝系统控制的储量的大小、气水界面的高低、气井打开裂缝程度的大小、采气速度等。适度的采气速度，将延长无水采气时间，对提高最终采收率，有重要的作用。②出水显示阶段，地层水侵入产层，在产气的同时，井口有零星水产出，氯根上升、压力波动，适当控制采气速度和压力，可延长该阶段的采气时间。③气水同产阶段，需建立产量、压力、水气比等稳定的生产制度，采取靠产层本身能量或助采措施来延长采气时间，提高最终采收率。

第二章 绥江地区

第一节 概 况

绥江地区地处滇东北，位于川滇交界之金沙江峡谷以南，东径103°50′～104°30′，北纬28°10′～28°40′之间，隶属昭通地区管辖，跨绥江及永善、大关、盐津三县的部分地区。面积2400平方公里。

区内地形以中高山为主。地势西高东低，且多高山峡谷、悬崖峭壁。山脉多呈南北走向，一般山峰海拔1500米左右，最高达2054米（大堡顶），最低（金沙江水面）海拔仅280余米。本区气候属温带，雨量集中于7～9月，高山与沟谷气温垂直差异明显。水陆交通大部在本区边缘，仅绥江—昭通公路纵贯全区，交通极为不便。

自1958年四川地质局石油普查大队在本区开展1：20万普查以来，1959年贵州石油勘探局云南大队在区内作过1：50万重力普查；1962年地质部第四石油普查大队作了1：10万石油地质详查；1974～1975年云南省地质局八队与云南石油勘探指挥部地质队合作，对区内五角堡构造进行了1：10万石油地质详查；1976年云南石油勘探指挥部对区内金塘、黄坪溪、关口等构造进行了联片构造细测；1977～1980年云南石油勘探指挥部组织了地质、地震、钻井石油勘探，共完成地面地质详查和细测面积共1447平方公里，地震测线533.4公里、钻探中深井两口。

楼1井位于楼东构造新滩坝高点略偏南翼。井口层位为第四系，完钻井深2398.30米，钻达地层为志留系下统（已钻厚52.3米），在钻进过程中，分别在三叠系嘉陵江组的嘉　、嘉二段及下二叠统的茅口组和栖霞组中共获水层四层，并有少量溶解气产出。气分析结果：CH_4：10.35%，C_2H_6：0.06%，CO_2+H_2S：0.42%，H_2：0.003%，N_2：71.64%，He：0.016%（取样时可能混入空气）。所产地层水中，三叠系水型为硫酸钠型，含硫化氢味较浓，氯根含量为5724毫克／升，井口日畅流水量为3168立方米；下二叠统所产地层水水型为重碳酸钠型，氯根含量为104毫克／升，井口日畅流量为4306立方米，井口水温为85℃，为高温淡水。

经钻井证实，该区二叠、三叠系地层及岩性特征均可与川南地区的含气层对比，具有生、储、盖组合条件。但钻探结果未获油气流的原因，据初步分析，除钻井不在高点部位（楼1井距主高点位置平距约5公里）而外，更重要的原因是目的层在五角堡、五指山一带已出露地表缺乏圈闭，使地表水沿轴线以断层与地下相通。

金1井位于金塘构造向北东延伸的两碗鼻状凸起脊部。完钻井深2700米，井底地层为志留系下统（已钻厚23米）的灰色泥岩及深灰色页岩夹含生物及生物碎屑石灰岩。钻探中，于上三叠统须家河组第六、第五至第四段及下二叠统茅口组、栖霞组获水层，上三叠统须家河组中有少量可燃溶解气，能点燃，火焰高3厘米，呈天蓝色。后来在返出的清水中有微量的H_2S味，并带溶解气。在用氧气烤接头时，井内气体被点燃，火焰高达0.3～0.4米，火焰呈粉红色。天然气成分分析结果：CH_4：99.03～84.94%，C_2H_6：0～0.65%，CO_2+H_2S：0.95%，H_2：0.015～0.05%。三叠系所产水的氯根含量为419毫克／升，井口

日畅流量 5280 立方米，为重碳酸钠型水。下二叠统水型为重碳酸钠和硫酸钠型，氯根含量为 140 毫克／升，井口日畅流量为 1426 立方米，为井口水温 96°～100℃的高温淡水，未见油气。

金 1 井位于金塘构造倾没端的轴线附近，距主高点水平距离约 15 公里，低于高点 1500 米，这可能是下二叠统阳新石灰岩中未钻获油气的原因之一。也可能是由于距构造高点 12～20 公里的四周已有下二叠统阳新石灰岩出露，以及断层切割等，使构造缺乏圈闭。

第二节　地层与构造

一、地层

本区为中生代地层连片覆盖的地区。区内侏罗系广布，三叠系、二叠系一般出露于背斜核部，下古生界露头见于本区的西缘、南缘及邻区（图 3-2-1）。据周缘及邻区出露地层推测，本区除缺失泥盆系、石炭系外，古生代各纪地层在区内地腹存在无疑。区内地层自下而上由震旦系至中三叠统均为海相沉积，上三叠统及以上地层属陆相沉积。（图 3-2-2、图 3-2-3）。

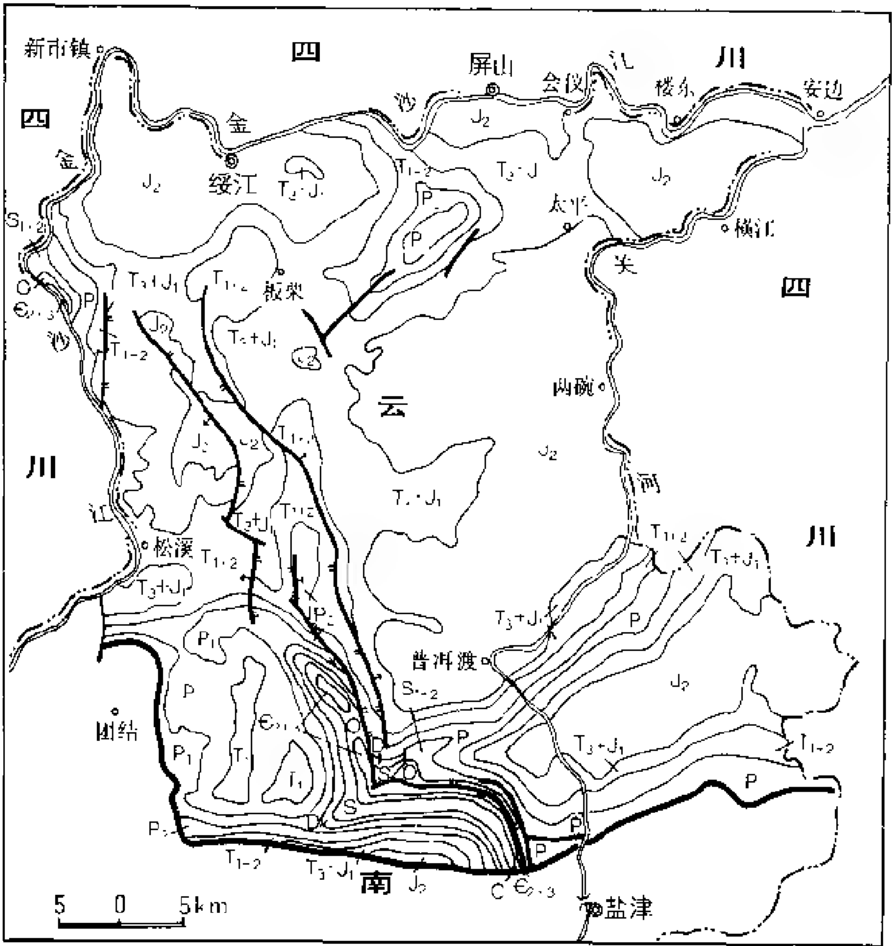


图 3-2-1　云南绥江地区平面地质图

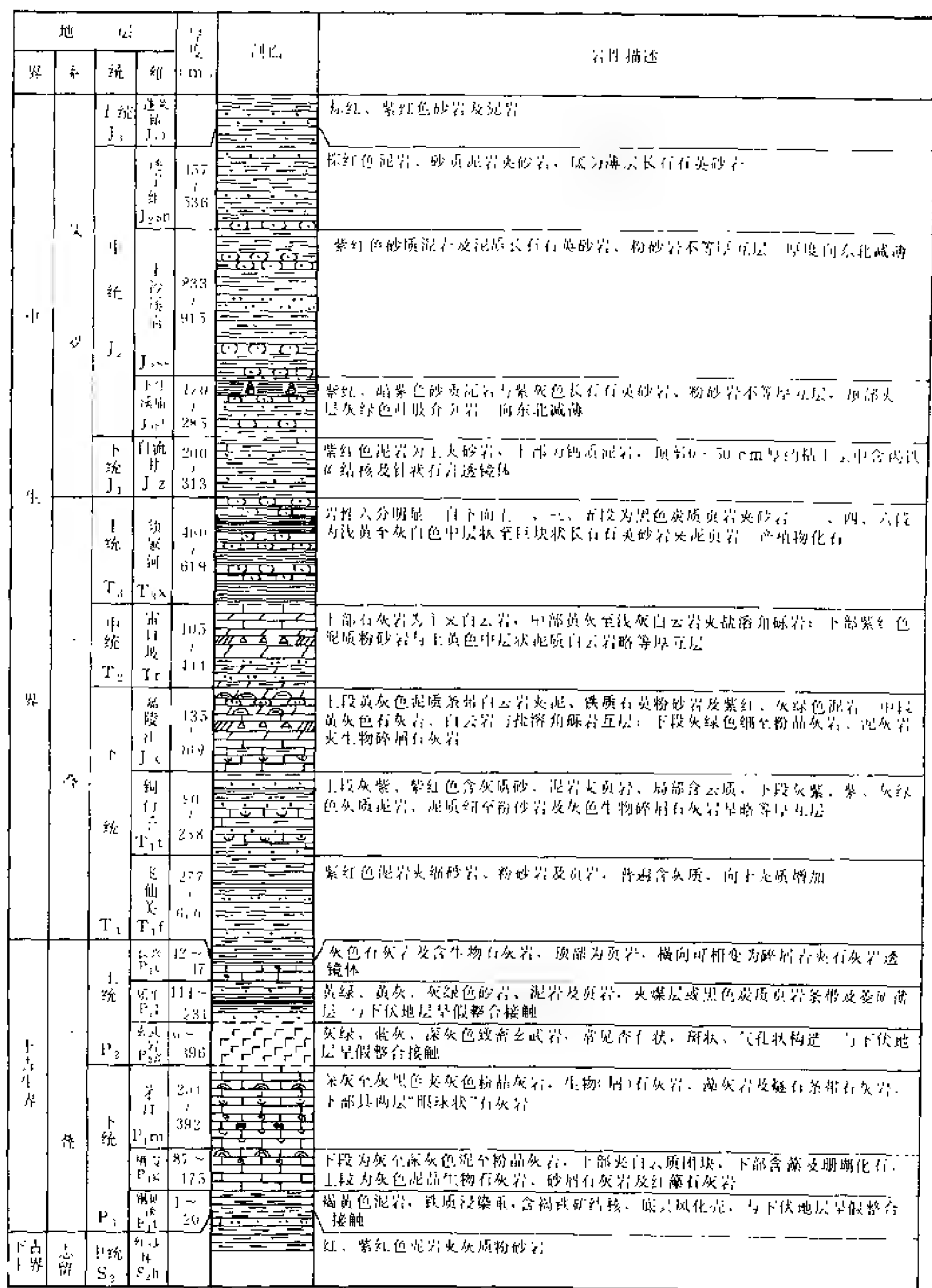


图 3-2-2 云南绥江地区中生界及上古生界地层综合柱状剖面图

地层				厚度（m）	剖面	岩性描述
界	系	统	组			
上古生界		P_1	[illegible] P_1	1~21		褐黄色泥岩，底具风化壳
下古生界	志留系	中统 S_2	红砂井 S_2h	100		红、紫红色泥岩夹灰质粉砂岩，底部为紫红及灰绿色页岩，与上覆地层呈假整合接触
			小华山 S_2x	187/366		灰绿、黄绿色粉砂质泥页岩夹灰至深灰色泥质条带石灰岩及生物屑灰岩，向西碳酸盐岩增多，化石丰富
		下统 S_1	老街城 S_1lm	[illegible]/173		灰、深灰色厚层块状粉至亮晶含泥质瘤状石灰岩，下部与灰色含钙质粉砂质泥页岩等厚互层夹生物屑灰岩，生物化石丰富
						深灰色条带状含灰质、云质、粉砂质泥页岩，夹少量黄灰色厚1~2cm之透镜状砂质石灰岩条带，生物化石丰富
			石门 S_1s	113/292		灰、深灰色钙质、泥质粉砂岩，粉砂质页岩夹钙质泥灰岩，化石丰富
			龙马溪 S_1l	158/321		灰黑色薄层状灰质粉砂质泥岩与同色灰质泥岩略等厚互层
						深灰至灰色薄层瘤状泥晶灰岩
	奥陶系	上统	五峰	1~13		浅灰至深灰色厚层块状马蹄纹含介屑粉晶泥晶灰岩
			两岔河	1~[illegible]		
		中统	宝塔 O_2b	2~39		灰至灰黑色灰质粉砂岩、泥岩，夹砂质石灰岩和粗晶灰岩
			庙坡	~34		深灰色厚层块状粉晶至细晶灰岩、生物屑石灰岩夹灰质粉砂质泥岩，瘤状灰质泥岩，向东泥岩成份增加
		下统 O_1	牯牛潭 O_1g	2~61		
			湄潭 O_1m	291/386		下部黄绿色砂质泥岩夹砂岩，中部灰绿、黄绿色泥质粉砂岩夹紫红色砂质泥岩，上部灰白至灰色粉砂岩夹粉砂质泥岩及细砂岩
			红花园	~21		黄灰至灰色中层状粉晶砂质条带白云岩夹黄绿色云质泥岩，底为深灰色中至薄层状介屑粉晶灰岩，西薄东厚，与上覆有沉积间断
			桐梓 O_1t	11~82		灰、浅灰、黄灰色中至薄层状夹厚层状泥质条带白云岩及白云岩，夹串珠状燧石结核，底部夹白云质粉砂岩及细砂岩
	寒武系	上统 ϵ_3	娄山关 ϵ_3l	215/327		灰、浅灰及黄灰色中至薄层夹厚层状泥质条带粉晶及细晶白云岩，具砾屑，中部小晶洞发育
		中统 ϵ_2	高台 ϵ_2g	15/361		下部紫红粉砂岩与黄灰色白云岩互层；中部黄灰至深灰色白云岩及泥质条带白云岩，上部紫红色厚层块状粉砂岩夹灰、黄灰及紫红色云岩
		下统 ϵ_1	龙王庙 ϵ_1l	149/213		下部黄至深灰色泥晶、细晶白云岩夹页岩及石灰岩条带；中部灰、深灰色粉晶白云质化灰岩夹亮晶鲕粒石灰岩；上部黄灰色含泥质白云岩夹含灰质、泥质粉砂岩，部分地区夹石膏层
			沧浪铺 ϵ_1c	177/406		下部为紫、暗紫红、灰绿色中层至块状细至粗粒石英砂岩，粉砂岩及泥岩，上部为灰至绿、紫红色泥质条带灰岩、粉砂岩、砂质页岩不等厚互层，石灰岩具鲕状及竹叶状结构，南厚北薄，产三叶虫
			筇竹寺 ϵ_1q	55/461		灰绿、灰黑色砂质页岩、粉砂岩及细砂岩，向北西增厚，产三叶虫化石
			梅树村 ϵ_1m	50/195		灰、灰黑色薄至中层状含磷粉砂岩、页岩、石灰岩及硅质岩，南薄北厚，缺少生物化石
元古界	震旦系	上统 Z_2	灯影 Z_2dn	800/900		灰至浅灰色白云岩、泥质白云岩及藻白云岩，与上覆地层呈假整合接触

图 3-2-3　云南绥江地区下古生界地层综合柱状剖面图

二、构造

绥江地区在构造上称绥江凹陷，是四川盆地伸入滇东北的部分。本区在加里东构造期，属滇黔北部坳陷的组成部分。上震旦统至志留系为碳酸盐岩及砂泥岩沉积，厚度为 3500~4000 米。志留纪末期抬升为陆。海西期本区是上扬子古陆的组成部分，缺失泥盆系、石炭系。早二叠世本区接受海侵，沉积了一套厚为 500 米的碳酸盐岩。晚二叠世则为含煤碎屑岩。在早、晚二叠世之间，由于东吴运动的影响，有 300 余米的玄武岩分布。印支晚期，本区处于泸州古隆起的西南坡，中三叠世雷口坡期沉积受到部分剥蚀。燕山期本区为四川原始盆地的组成部分，喜山期本区发生褶皱运动和抬升，缺失第三系，使之处于四川盆地的西南缘，形成现今的构造格局。

本区构造线有北东向（北东东向）、北西向（北北西向）两组。其中以北东向（北东东向）为主。褶皱形态一般以短轴背斜为主，具多轴线、多高点和构造鼻发育的特征（图 3-2-4）。

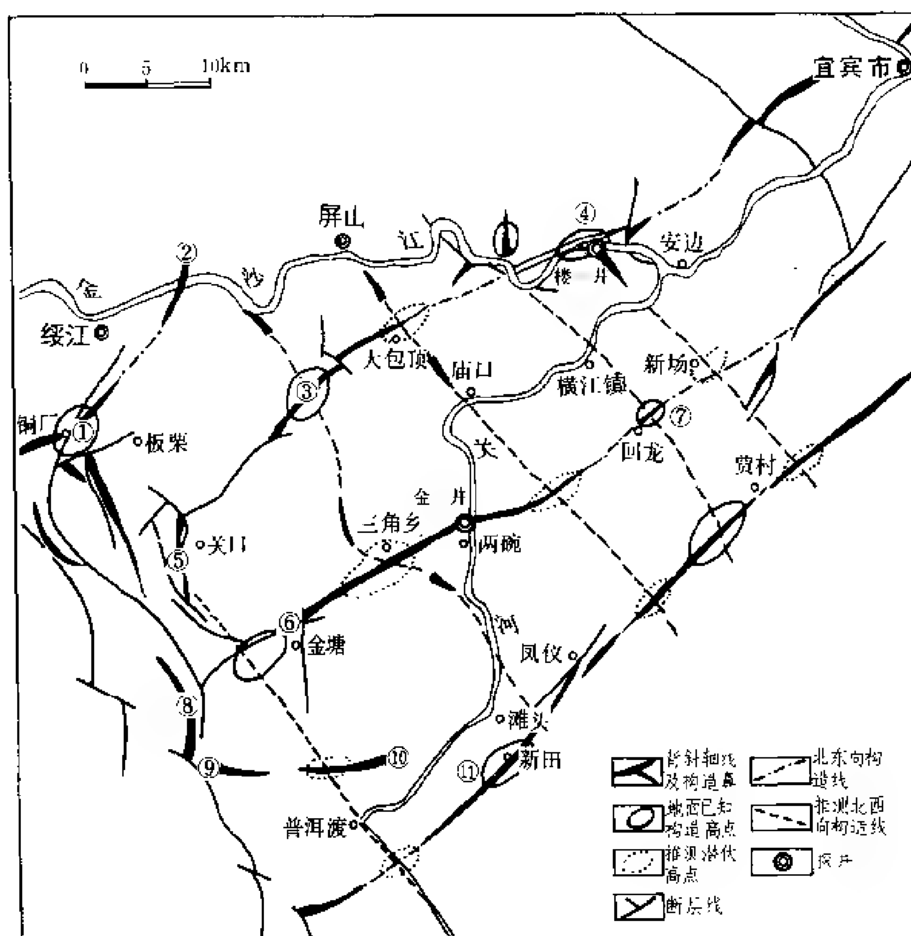


图 3-2-4　滇东北绥江地区及邻区构造纲要图

①—铜车坝构造；②—太平山鼻状构造；③—五角堡构造；④—楼东构造；⑤—关口构造；⑥—金塘构造；⑦—回龙构造；⑧—铜厂沟构造；⑨—黄坪溪鼻状构造；⑩—仰天窝鼻状构造；⑪—新田构造

如图 3-2-4 所示，区内已知局部构造共 11 个（包括 3 个鼻状构造和四川境内回龙构造）。在 11 个构造中，已有 9 个进行了地质详查、细测，10 个构造所在的地域作过地震勘探工作，并在楼东和金塘构造的两碗溪高点各钻了一口探井，对各构造的特征有了初步认识（表 3-2-1）。

表 3 2 1　滇东北绥江地区主要局部构造数据统计表

构造名称	地理位置	大地构造位置	构造形态	圈闭地层	核部地层	圈闭或闭合面积 (km^2)	闭合度 (m)	推测目的层顶部埋深 (m)					
								T	P	S	O		Z_2
楼　东	四川屏山县楼东与云南绥江县会仪交界地带	绥江凹陷北部	短轴背斜	J_2s 顶	T_3x 近底	地面闭合面积 33 地震 S 反射层以 -2300m 计 78.8	地震 500	0	1217	2346	3149	3565	5087
金　塘	绥江县城南东 31km	绥江凹陷中部	短轴背斜	地层未圈闭	T_3x 中上部	地面（J_2 顶）闭合面积 20 地震 P_1 反射层以 -700m 计 74	构造圈闭 2040 地震 400	0	1759	2677	3480	3823	5345
五角堡	绥江县城东南 17km	绥江凹陷北部	多鼻状短轴背斜	T_1f 顶	P_1m 上部	地面圈闭面积 96 闭合面积 49	地面 2200	0	0	190	993	1409	2931
铜车坝	绥江县城南 7km	马边凸起东南边缘	多高点复式短轴背斜	T_3 底	P_2l 上部	地面圈闭面积 38	500	0	0	910	1764	2180	3702
黄坪溪	盐津县城北西 26km	绥江凹陷南部	鼻状背斜	无	T_3x 上部	无	无	0	1386	2304	3107	3523	5045
新　田	盐津县城北 23km	泸州凸起西南边缘	长条状尖顶背斜	P_1 顶	P_1m 上部	地面（P_1 底）— 地震 P_1 反射层以 -1150m 计 28	地震 200	0	0	440	1243	1659	3181
关　口	绥江县城南东 22km	绥江凹陷中部西边缘	短轴背斜	地层未圈闭	T_3x 上部	无	无	0	1386	2304	3107	3523	5045

第三节　石油地质特征

一、生油层

区内广泛发育碳酸盐岩及泥质岩两大类生油岩。在厚度较大、生物丰富的灰黑色泥灰岩和泥晶、粉晶碳酸盐岩类生油岩中，尤以上震旦统及下二叠统发育最佳。以有机质含量高、泥质岩类为主的生油岩主要发育于奥陶系、志留系、二叠系、三叠系中。生油岩有机质类型，据沉积相特征推断，下古生界以腐泥型为主，上古生界及中生界则以过渡型为主，间有腐植型和腐泥型。区内碳酸盐岩有机碳含量一般为0.08%，泥质岩多为0.1～0.4%；氯仿沥青“A”的含量多小于100ppm，但少数可达100ppm以上（盐津小华山组）。区内各地层有机质丰度统计如下（表3–2–2）。

表3–2–2　滇东北绥江地区各时代有机质丰度指标统计表

地层 丰度 类别	T	P	S	O	∈	Z_2
“A”%	0.0025～0.0071	0.005～0.038	0.0036～0.0107	0.0048～0.0051	0.005～0.008	最大＞0.03
C%	0.06～0.15	0.04～0.25	0.07～3.4	0.08～2.0	0.03～0.15	

二、储集层

区内广泛发育碳酸盐岩储集层。储集层孔隙类型多样，有原生、溶蚀、白云化、裂缝、晶洞及溶孔等孔隙，且往往有裂缝沟通。它们主要发育于上震旦统、中上寒武统、下奥陶统及下二叠统。这些储集层不但横向稳定，而且厚度较大（表3–2–3）。志留系、上二叠统及上三叠统有砂岩储集层。区内储集层一般属低渗透层，渗透率小于1×10^{-3}平方微米。个别层段平均渗透率达2.6×10^{-3}平方微米，最高渗透率达19.2×10^{-3}平方微米（盐津黄果槽老母城组）。储集层的平均孔隙率一般在2.04～1.11%，个别层段的连通孔隙率最高者达20.31%（盐津黄果槽老母城组）。总的说来，以有孔洞碳酸盐岩最好，其次为白云岩，再次为碎屑碳酸盐岩及石灰岩。

表3–2–3　滇东北绥江地区生储盖层厚度统计表

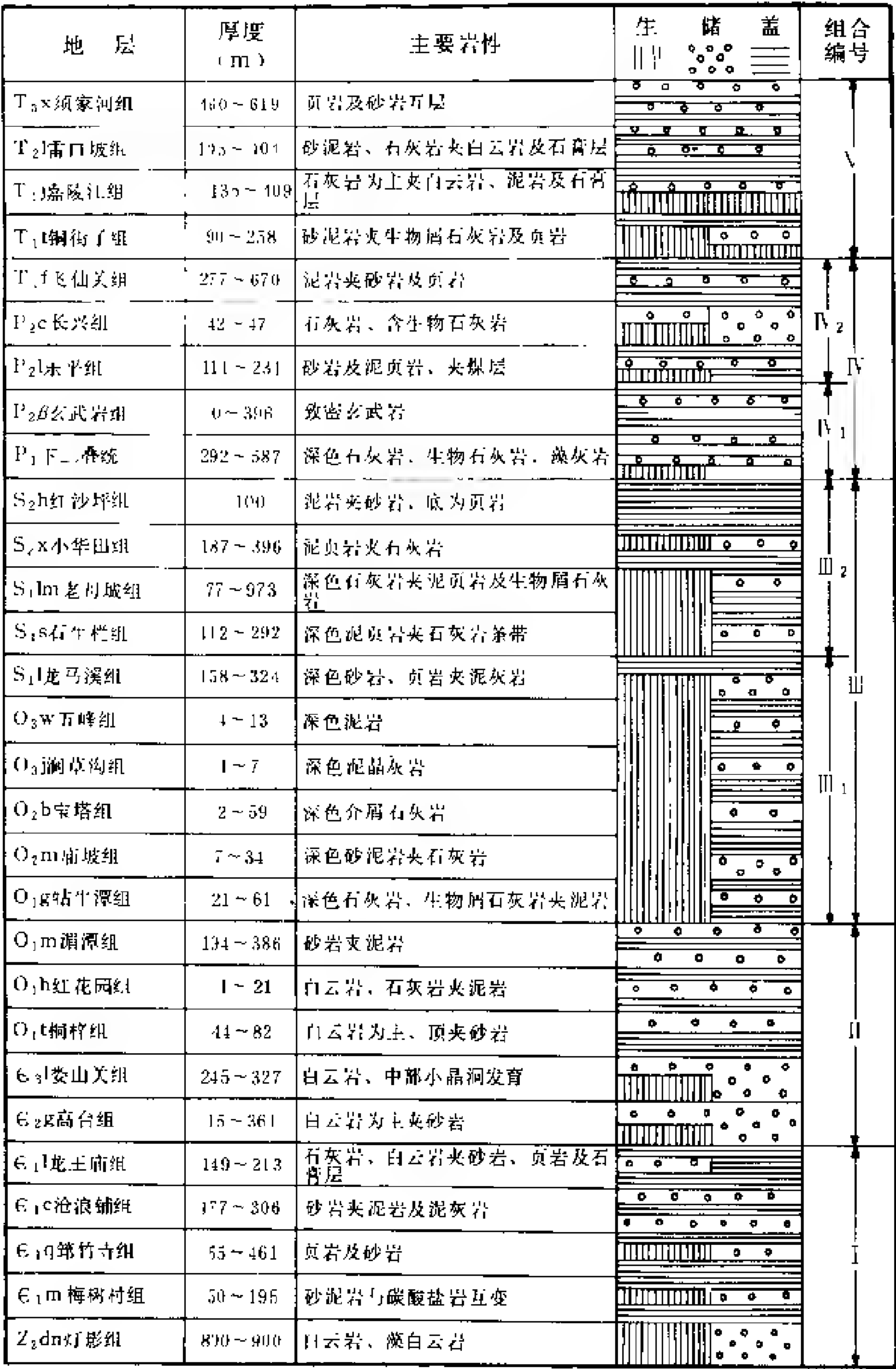
地层 厚度（m） 类别	T	P	S	O	∈	Z_2d
直接盖层	240±	230±	180±	500±	250+	200～700
储集层	310±	200±	30～80	35～160	300～500	600±
生油层	360±	250+	300～850	130～900	530～860	400～450

三、盖层及储盖组合

本区地层纵向上具有多层泥质岩盖层，其厚层亦较大。盖层主要发育于下寒武统、下奥陶统湄潭组、志留系、上二叠统及中、上三叠统等地层中。下寒武统龙王庙组所夹的石膏

层，牯牛潭组之上的庙坡页岩，宝塔组之上的龙马溪组页岩，老母城组之上的小华田组泥页岩，乐平组与飞仙关组的泥岩，嘉陵江组、雷口坡组内所夹的石膏层和其上须家河组的泥页岩，都是良好的直接盖层。除此而外，区内玄武岩一般较致密，并夹凝灰质页岩，对下伏地层也有一定的盖隔作用。

总观本区各时代地层，既有良好的生油层和储集层，也不乏直接盖层（表 3–2–3）。这些生、储、盖层，自下而上共可组成五大套生储盖组合，如图 3–2–5 所示。在这些组合中，有的还可进一步细划出一些亚组合。



地层	厚度（m）	主要岩性	组合编号
T_3x 须家河组	460～619	页岩及砂岩互层	Ⅴ
T_2l 雷口坡组	195～404	砂泥岩、石灰岩夹白云岩及石膏层	
T_1j 嘉陵江组	135～409	石灰岩为主夹白云岩、泥岩及石膏层	
T_1t 铜街子组	90～258	砂泥岩夹生物屑石灰岩及页岩	
T_1f 飞仙关组	277～670	泥岩夹砂岩及页岩	Ⅳ$_2$ / Ⅳ
P_2c 长兴组	42～47	石灰岩、含生物石灰岩	
P_2l 乐平组	111～231	砂岩及泥页岩、夹煤层	
$P_2\beta$ 玄武岩组	0～396	致密玄武岩	Ⅳ$_1$
P_1 下二叠统	292～587	深色石灰岩、生物石灰岩、燧灰岩	
S_2h 红沙坪组	100	泥岩夹砂岩、底为页岩	Ⅲ$_2$ / Ⅲ
S_2x 小华田组	187～396	泥页岩夹石灰岩	
S_1lm 老母城组	77～973	深色石灰岩夹泥页岩及生物屑石灰岩	
S_1s 石牛栏组	112～292	深色泥页岩夹石灰岩条带	
S_1l 龙马溪组	158～324	深色砂岩、页岩夹泥灰岩	Ⅲ$_1$
O_3w 万峰组	4～13	深色泥岩	
O_3j 涧草沟组	1～7	深色泥晶灰岩	
O_2b 宝塔组	2～59	深色介屑石灰岩	
O_2m 庙坡组	7～34	深色砂泥岩夹石灰岩	
O_1g 牯牛潭组	21～61	深色石灰岩、生物屑石灰岩夹泥岩	
O_1m 湄潭组	134～386	砂岩夹泥岩	Ⅱ
O_1h 红花园组	1～21	白云岩、石灰岩夹泥岩	
O_1t 桐梓组	44～82	白云岩为主、顶夹砂岩	
ϵ_3l 娄山关组	245～327	白云岩、中部小晶洞发育	
ϵ_2g 高台组	15～361	白云岩为主夹砂岩	
ϵ_1l 龙王庙组	149～213	石灰岩、白云岩夹砂岩、页岩及石膏层	Ⅰ
ϵ_1c 沧浪铺组	177～306	砂岩夹泥岩及泥灰岩	
ϵ_1q 筇竹寺组	55～461	页岩及砂岩	
ϵ_1m 梅树村组	50～195	砂泥岩与碳酸盐岩互变	
Z_2dn 灯影组	890～900	白云岩、藻白云岩	

图 3–2–5 滇东北绥江地区生储盖组合示意剖面图

第四节 勘探前景

本区石油地质基本条件已如前述。区内以二叠系阳新石灰岩和三叠系嘉陵江石灰岩为主要目的层的两口探井均未获油气流，其主要原因：一是两口井都距构造高点甚远；二是井位距目的层暴露区近。加之断裂的深切，导致构造的开放程度高。但是，夹于五角堡—楼东—观斗山和新田—贾村两个高背斜带之间的金塘—两碗—回龙的低背斜带，还有待于进一步工作。通过油气资源评价的系统研究，认为本区地腹的下古生界地层具有良好的生、储、盖组合条件。其中奥陶—志留系地层就有多套组合。下志留统地层中还可能有小型生物礁块。综上所述，绥江地区仍是油气勘探的远景区。

第三章 楚 雄 盆 地

第一节 概 况

一、地理概况

楚雄盆地位于云南省中部（图3-0-1），地理座标为东经100°30′～102°30′，北纬23°40′～24°40′。南北长约305公里，东西宽平均125公里，面积为36500平方公里，呈北宽南窄的南北向楔形展布。行政区划大部属楚雄彝族自治州，部分延伸入毗邻的大理白族自治州及丽江、玉溪地区。

盆地地处云贵高原西部，海拔1700～2200米，一般山峰高2500～2800米，水系分属长江水系和红河水系。分水岭位于盆地中部，地形高差相对较小。北部为长江水系，金沙江自西向东流过盆地北缘，其支流宾居河、渔泡江、龙川江、普渡河自南而北注入金沙江。南部为红河水系，元江（红河上游）自北西向南东流过盆地西南边缘，其支流二街河、马龙河、绿汁江分别向南及南西汇入元江。沿江河地区，地形切割深，山势陡险，水流湍急，不利通航，但水力资源丰富。

盆地属温带—亚热带大陆性气候，年平均气温17℃～20℃，最冷月5℃，最热月25℃～30℃，气温昼夜变化及高山垂直变化大。全年可分为干、雨两季，5～10月为雨季，11月～次年4月为干季。年降雨量为750～1300毫米，雨量多集中于6～8月。

盆地交通以公路为主，滇缅公路横穿盆地中部，各县乡之间均有公路相通。铁路仅有成（都）昆（明）线，纵贯盆地东北部。

二、勘探简况

盆地地质调查始于1882年。解放前，先后有不少中外学者沿滇缅公路及在盆地东部的元永井、盐兴、元谋和盆地北部永仁纳拉箐等地进行煤、盐矿产调查，为本区地层系统的建立打下了基础。

盆地的石油地质调查始于1957年，首先是地质部石油局云南踏勘队在盆地进行石油地质路线调查，1958年正式成立云南省石油队。1959年，石油工业部贵州石油勘探局组成云南大队进入本区工作。至1962年止，先后开展了构造普查、地层含油性、岩石物性，川滇红层对比等研究工作，并在南华、大姚、牟定、楚雄及双柏等地区约4000平方公里进行了1∶50000构造连片详查细测。1962年后，由于国家调整计划，盆地石油勘探工作中断。

1969年至今，先是四川石油管理局云贵石油勘探处再次进入本区，1970年正式成立云南石油会战指挥部，重新对盆地进行石油地质调查。调查仍以地面地质工作为主，至1989年，已发现地表构造71个（其中详查、细测40个）；地震测制了东西向（祥云—一平浪）和南北向（双柏野牛厂—四川平地迤沙拉）两条地震大剖面，并对会基关、乌龙口构造进行了概查，完成地震测线总长1580公里；盆地共钻中深探井两口，于1971年3月30日在会基关构造首开盆地第一口深探井会1井，井深2891.65米。1977年又在乌浪岔河井钻第二口探井乌1井，井深2172.10米，两井均在下侏罗统下部事故完钻，均未钻达目的层上三叠统。1984年7月开始进行“楚雄盆地上三叠统油气资源评价”，到1985年全面完成。

楚雄盆地勘探工作量及成果见表3-3-1。

表3-3-1 云南楚雄盆地勘探工作量及主要成果表

项目			地区	工作量		合计	主要成果
地球物理	地震	单次		十一个队年	609.347(km)	合计 1584(km)	取得四组反射层，加深对盆地深层构造了解；落实会基关、乌龙口等构造
		多次			974.79(km)		
	重力	1：50万	全盆地	36500km^2			发现与局部构造有关的四个重力高，重力资料全套数据处理得到不同深度构造形态
		1：10万 1：20万	永仁—大姚 牟定—平浪	3300km^2 1400km^2		4740km^2	
		1：10万	重力大剖面	202km^2			
	磁力	1：20万	全盆地	4800km^2		9800km^2	了解基底性质及分区
		1：5万、1：10万	大姚—牟定—平浪—易门	约5000km^2			
卫星遥感			全盆地	石油地质构造解释及图像数据处理			对区域性断裂、隐伏岩体及构造提出新的预测
区域地质	1：20万区测		全盆地及邻区	全部及部分区域地质测量图11幅			对沉积构造、岩浆活动、矿产分布有初步了解，发现地表构造71个，其中已详查细测构造40个
	1：5万石油地质详查、细测		北部、中部、南部局部	5680km^2			
石油地质综合研究			全盆地	丈量地层剖面63条，开展地层、构造、沉积相和含油性、煤成气调查研究			划分了盆地构造单元，上三叠统沉积相，确定中上泥盆统、上三叠统、上侏罗统妥甸组及上白垩统江底河组下段四套生油岩及煤成气气源岩
钻井	会1井		会基关构造	2891.65m		合计 5068.75m	钻至侏罗系下统下部事故完钻，未钻达上三叠统目的层
	乌1井		乌浪岔河构造	2172.10m			钻至下侏罗统下部因事故未钻达上三叠统目的层

第二节 地 层

楚雄盆地为中、新生代盆地，基底为元古界变质岩，局部地区在变质岩系之上尚有古生界分布，构成双层基底。盆地盖层为中生界三叠系上统至新生界下第三系，发育良好，厚度可逾万米（图3-3-1、表3-3-2、表3-3-3）。

一、基底

1. 元古界

苴林群：下部为片岩、片麻岩、变粒岩、夹少量斜长角闪岩、大理岩，厚2000米；上

部（又称大红山组）为片岩类夹板岩、千枚岩、大理岩，为一套含铜铁矿之火山—沉积变质岩系，厚1330米。苴林群为深变质岩系，部分出露于元谋苴林及新平大红山一带，是构成盆地中、南部的基底岩系。

图3-3-1　云南楚雄盆地地质略图

(油气显示点编号见表3-3-3)

昆阳群：为一套浅变质岩系，由变质石英砂岩、板岩、千枚岩夹石灰岩、片岩类组成，厚6000米。大片出露于盆地之东康滇隆起，是构成盆地西部及东部的主要基底岩系。

2. 古生界

区内古生界分布零星，下古生界仅见于盆地东部及北部的外围地区，盆地内没有出露。

上古生界主要出露于盆地东部、北部及西部外围地区，盆地内仅见于西部平川街、金宝山地区。

表3－3－2　云南楚雄盆地地层系统及沉积相简表

系	统	组	代号	厚度(m)	岩性	沉积相
下第三系	始新统	赵家店组	E_2z	1200	紫红色砂泥岩夹含盐泥砾岩，底为砾岩	河流—湖泊相
	古新统	江底河组(上段)	E_1j	310～1500		
白垩系	上统	江底河组(下段)	K_2j	208～1270		
		马头山组	K_2m	70～526		
	下统	普昌河组	K_1p	137～1425	紫红色砂泥岩	
		高峰寺组	K_1g	200～702		
侏罗系	上统	妥甸组	J_3t	370～1340	紫红色砂泥岩夹灰绿色泥岩、泥灰岩	湖泊夹河流相
		蛇店组	J_3s	420～1262		
	中统	张河组	J_2z	200～2600		
	下统	冯家河组	J_1f	333～3000		
三叠系	上统	白土田组 / 舍资组	T_3b / T_3s	500～2800 / 217～534	灰色灰黑色泥页岩夹砂砾岩、煤层	河流、湖泊、三角洲相及海陆交互相
		白土田组 / 干海资组	T_3b / T_3g	500～2800 / 269～1181		
		罗家大山组 / 普家村组	T_3p	225～>1567		
		罗家大山组	T_3l	1848～>3306	深灰色泥岩夹凝灰质砂岩	近岸深水槽盆相
		云南驿组	T_3y	>1848		
二叠系	上统	玄武岩组	P_2x	<500	玄武岩	
	下统		P_1	<278	石灰岩夹页岩	浅海台地相
石炭系	中上统		C_{2+3}	<860	石灰岩	
泥盆系	中上统		D_{2+3}	<1015	石灰岩夹白云岩	
寒武系	下统		$\in_1$	<317	砂砾岩、泥岩	
震旦系	上统		Z_2	<938	白云岩、砂页岩	
元古界	昆阳群	?	Ptky	<6000		
	苴林群		Ptjl	<3300		

震旦系上统：主要为浅海相灰色石灰岩、白云岩、硅质条带白云岩夹少量砂岩。

寒武系下统：为浅海相灰绿色粉砂岩夹白云岩。

奥陶系：主要为浅海相红色泥岩、砂岩夹灰色碳酸盐岩沉积。

表 3-3-3 云南楚雄盆地油苗、沥青、气苗点统计表

编号	地点	层位	类别	产状
1	永仁他皮里	J_3t	沥青	砂泥岩裂缝
2	宁蒗大槽子	D_2	沥青	石灰岩晶洞、生物体腔
3	宁蒗油果木	D_2	油苗、沥青	石灰岩裂缝、孔隙
4	宁蒗三龙潭	D_{2+3}	油苗、沥青	石灰岩、云岩裂缝、孔隙、油浸
5	永胜程海	Q	气苗（CH_4）	淤泥产出
6	永胜滑石板	T_3g	沥青	砂岩裂缝、孔隙
7	华坪大麦地	D_2	油苗、沥青	孔隙、裂缝、页岩中油浸
8	永仁方马	J_3t	沥青	泥灰岩晶洞
9	永仁宜就	K_2j	油苗	页岩油浸
10	元谋江边	K_2	气苗	砂岩裂缝
11	祥云马鞍山	T_3l	沥青	砂泥岩中的生物体腔
12	祥云小青坡	T_3y	沥青	沥青质泥岩
13	南华沙桥	T_3s	沥青	砂岩裂缝
14	大姚孔仙桥	K_2	气苗（N_2）	砂泥岩裂缝
15	大姚龙街	K_2j	沥青	泥灰岩晶洞
16	元谋洒芷	T_3p-g	沥青	砂泥岩裂缝
17	元谋东山	J_2	沥青	页岩裂缝
18	禄丰广通	J–K	气苗（CO_2）	砂泥岩裂缝
19	楚雄朱家水井	J_3k	沥青	泥灰岩裂缝
20	楚雄罗苴美	K_2j	油苗、气苗（N_2）、沥青	砂岩裂缝、孔隙、页岩油浸
21	双柏杞木本	K_2j	油苗	页岩油浸
22	禄劝马拉河	D_2	油苗	页岩油浸
23	禄劝鼠街	D_2	油苗	页岩油浸
24	禄丰罗次	ϵ_1	油苗	页岩油浸
25	峨山黑赋	Pt	沥青	石灰岩裂隙
26	新平义猪鲁	J_1f	沥青	介壳石灰岩裂隙、孔隙

泥盆系中、上统：主要为台地相灰及深灰色石灰岩夹生物碎屑石灰岩、云质灰岩及油页岩，石灰岩中沥青脉及油苗分布普遍，北部最大厚度可达1015米。盆地西缘金宝山为白云岩夹石膏层，厚约10～20米。

石炭系中、上统：为一套海相碳酸盐岩，厚为860米。

二叠系：下统为浅海碳酸盐岩台地相，华坪地区厚为278米。上统主要为厚度小于500米的玄武岩。

二、中、新生界

1. 中生界

(1) 三叠系　三叠系在区内缺失中、下统，上统出露于盆地周缘。自下而上分为：

1) 云南驿组：分布于红河断裂北东侧，宾川、南华、双柏一带。自下而上可分为三个岩段：下段（黑色页岩段）为黑色页岩夹薄层细、粉砂岩；中段（石灰岩段）为灰—深灰色泥晶灰岩夹碳酸盐岩角砾岩、沥青质页岩、黑色页岩；上段（泥页岩、粉砂岩段）为灰黑、绿灰色泥页岩、粉砂岩夹石灰岩条带或透镜体。本组在盆地西部祥云地区厚1848米（未见底），产丰富的海相瓣鳃及菊石类，以 *Halobia—Tibetifes* 动物群为代表，属深水槽盆相沉积。云南驿组向北东方向缺失，在渡口宝鼎地区，本组相应地层为陆相曲流河—冲积扇相沉积（?），下部称丙南组，为紫红色砾岩、砂岩，厚为263米，假整合于上二叠统宣威组之上；上部称大乔地组下段，为砾岩、砂岩夹煤层，厚为1569米。

2) 罗家大山组：分布范围与云南驿组大致相同。自下而上可分为三个岩段：一段（火山碎屑岩段）为深灰—灰绿色玄武质岩屑、晶屑火山碎屑凝灰岩、沉凝灰岩夹砾岩；二段（泥岩段）为深灰—黑灰色含灰质云质泥岩、含硅质云质泥岩，下部夹薄层粉—细砂岩；三段（下含煤段，过去称花果山组）下部为黄褐色含砾岩屑长石石英砂岩、长石石英砂岩，上部为深灰色粉砂质泥岩、粉砂岩、碳质泥岩夹煤线。本组在祥云马鞍山地区厚为1961米，第一、二段富产以 *Burmesia lirafa—Myophoria napengensis* 为代表的海相瓣腮动物群，菊石自下而上减少，沉积相自下而上由近岸深水火山碎屑沉积岩相变为近岸深水前三角洲相；第三段除产前述瓣腮动物群外，尚产植物化石，为三角洲前缘相沉积。罗家大山组整合于云南驿组之上，向北东方向逐渐减薄以致缺失。在盆地东部绿汁江断裂西侧，仅存在相当于罗家大山组上部的地层，称普家村组，岩性下部为深灰、黑灰色泥岩，粉砂质泥岩；上部为灰色砂泥岩、砾岩夹煤线。产以 *Dictyophyllum—Clathropteris* 为代表的植物群，超覆于元古生界变质基底之上。在一平浪厚1567米，元谋洒芷厚达1265米，为近海湖相三角洲水下冲积扇前缘—辫状河道相沉积。绿汁江断裂以东缺失。在渡口宝鼎地区，罗家大山组的同期地层称大乔地组上段（?），由砾岩、含砾粗砂岩、砂泥岩夹煤层组成，厚为319米，为曲流河相沉积。

3) 干海资组（上含煤段）、舍资组：干海资组分布于绿汁江断裂以西的盆地东部，为区内的主要产煤段，下部为中至细粒含岩屑石英砂岩、泥岩及煤层，中、上部为灰色中至厚层石英细、粉砂岩与深灰色泥质粉砂岩、碳质泥岩、页岩。在一平浪厚269米，元谋洒芷厚1181米，产以 *Dictyophyllum—Clathropferis* 为代表的植物群及少量以 *Yunnanophorus—Indosinion* 为代表的半咸水瓣鳃动物群，为近海湖相—三角洲平原相沉积。舍资组分布于盆地东部（包括绿汁江断裂以东）。下部为灰色细—中粗岩屑长石石英砂岩夹粉砂岩及泥岩，上部为深灰色粉砂岩、泥页岩。一平浪地区厚217米，洒芷厚534米，产以 *Ptilozamifes—Pterophyllum* 为代表的植物群，为浅湖—网状河流相沉积。绿汁江断裂以西，干海资组一般整合或假整合于普家村组之上，舍资组与干海资组为连续沉积；断裂以东，舍资组直接不整合或假整合覆于元古界、古生界基底之上。干海资组、舍资组的同期地层，在盆地西部称白土田组，分上下两段，下段为砾岩、砂岩、泥页岩组成的七个正向粒级递变旋回，上部夹5

～7层煤线或煤层；上段为黄褐色中至粗粒长石石英砂岩、粉砂岩及黑色页岩，祥云地区厚1230米，为河湖相—三角洲相沉积，整合于罗家大山组之上。干海资组、舍资组的同期地层，在渡口宝鼎地区称太平场组，分上、下两段，下段为灰白—浅灰色长石石英砂岩、粉砂岩夹煤层。底部为砾岩；上段为灰白—深灰色含长石石英砂岩、粉砂岩夹泥岩，厚1181米，为辫状河—浅湖相、三角洲相沉积，整合于大乔地组之上。

晚三叠世沉积相展布规律及演变：①云南驿期楚雄盆地与外海连通，在盆地西南部及西部为正常海相深水槽盆相沉积，推测海岸线位于宾川、南华、双柏一带；盆地北部宝鼎地区为河流相沉积。②罗家大山早期楚雄盆地西南部及西部仍为深水槽盆相沉积，岸线位置也与云南驿期大致相同，晚期逐渐过渡为封闭性海湾—湖相沉积，水域面积可能有所扩大；盆地东部沿绿汁江断裂带西侧，罗家大山晚期有断陷湖泊形成，沉积了以普家村组为代表的内陆湖相或与湖相有关的冲积扇相沉积；盆地北部宝鼎地区仍为河流相沉积。③干海资期楚雄盆地已基本上为连成一片的近海内陆湖，但时有海水侵漫，形成淡化海湾沉积环境。④舍资期楚雄盆地全区均为内陆湖相沉积，结束了本区的海相沉积史，湖水继续向东侵漫至普渡河断裂以西地区。

(2) 侏罗系　侏罗系为陆相红色地层，全盆地广泛发育。自下而上分为：

1) 下侏罗统冯家河组：暗紫红色粉砂质泥岩为主，间夹浅灰色、紫红色石英砂岩，中、上部夹灰绿色泥灰岩。产恐龙化石。与下伏上三叠统为连续沉积，盆地东部边缘局部可见其与基底有不整合接触。祥云、双柏、新平一带，一般厚度大于1500米，牟定、一平浪地区厚约900米。

2) 中侏罗统张河组：下部为灰绿色复矿质砂岩夹紫红色泥岩，中部为灰绿色泥灰岩与紫红色砂泥岩互层，上部为紫红色泥质岩。产古脊椎动物和叶肢介化石。整合或假整合于下侏罗统之上。祥云、新平地区厚为1700～2000米，牟定、一平浪地区厚为800～1300米。

3) 上侏罗统蛇店组：主要为黄灰、紫灰色中至细粒长石石英砂岩，夹紫红色泥岩和角砾状膏盐层，整合于张河组之上。祥云、双柏地区厚为700～1100米，牟定地区厚为420米，永仁中和地区厚为1262米。

4) 上侏罗统妥甸组：下部为紫红色砂泥岩互层，上部为灰绿色泥灰岩、紫红色灰质泥岩及膏盐层间互层。双柏地区厚为1340米，牟定地区厚为420米，永仁中和地区厚为1222米。

(3) 白垩系　为内陆河湖相红层，分布于楚雄以北的盆地北部，绿汁江断裂以东缺失下白垩统。

1) 下统：分为两个组，下部称高峰寺组，为灰色、紫红色中粗粒长石石英砂岩夹泥岩，底部常出现砾岩、砂砾岩层，与下伏妥甸组呈整合接触，厚为200～702米；上部称普昌河组，为紫红色泥岩夹砂岩、灰绿色泥灰岩，整合于高峰寺组之上，产介形虫、瓣鳃化石，厚为137～1425米。

2) 上统：分为两个组，下部称马头山组，为灰色、紫红色砾岩、砂砾岩、砂岩夹泥岩，厚为70～526米，绿汁江断裂以西，普遍假整合于下白垩统之上，断裂以东，超覆不整合于侏罗系或基底之上。上部为江底河组下段，下部（下杂色层）为紫红色粉砂岩、泥岩夹灰绿色、灰黑色泥灰岩、页岩，厚为150～770米；上部（下紫红色层）为紫红色块状粉砂岩夹泥岩，厚为58～500米。江底河组下段含介形虫、叶肢介、鱼类等化石，整合于马头山组之上。

2. 新生界

新生界在楚雄盆地主要分布于盆地北部之盐丰、大姚、永仁地区及盆地东北角，仅下第三系有连片分布，为河湖相沉积。分为两个组或段。

(1) 古新统江底河组上段　下部（上杂色层）为紫红、灰绿、黄色泥岩、灰质泥岩、粉砂岩夹含盐泥砾岩、泥灰岩，厚为198～612米，是楚雄盆地内的主要含盐层；上部（上紫红色层）为紫红色泥岩与粉砂岩不等厚互层，夹少量细砂岩，厚为112～883米。江底河组上段一般整合于下段之上，但在永仁以东的局部地区，可超覆于基底之上。

(2) 始新统赵家店组　为一套紫红色钙质粉砂岩、泥岩夹砂岩，厚度可达1200米，与江底河组为连续沉积。

3. 上第三系

沿少数断裂零星分布，为灰色、黄灰色泥岩、砂砾岩夹褐煤层，与下伏地层呈明显的角度不整合接触。

4. 第四系

为河流冲积层、坡积层堆积，分布极零星。

第三节　构　　造

一、区域构造背景

楚雄盆地位于扬子准地台西南边缘康滇隆起（即康滇地轴）的西部，为晚三叠世地台边缘断陷基础上发展起来的中、新生代坳陷盆地。在成盆期，它与四川盆地连成一体，成为扬子准地台西部边缘大型坳陷盆地，经喜山运动后褶皱抬升和剥蚀，才与四川盆地分开成为一个独立的构造盆地。盆地边缘多被断裂所限。盆地东缘以南北向的普渡河断裂和绿汁江断裂为界，与昆阳群和古生界组成的康滇隆起的东半部相接；西南以北西向的红河深断裂与滇西三江地槽褶皱系（印支期）相邻；西面隔程海深断裂与扬子准地台西端的丽江古生代台缘坳陷相连；北面以上三叠统超覆线为边界，隔华坪隆起与西昌盆地、四川盆地遥相对应（图3-3-2）。

二、基底断裂

楚雄盆地基底断裂发育，除上述几条边界断裂外，尚有渡口—南华断裂（隐伏断裂）、易门断裂等（图3-3-3）。这些断裂在地史发展中，不但切割基底，而且控制着盖层的发育及构造演化，又是成盆前后岩浆贯入和喷发活动的通道。如渡口—南华断裂与绿汁江断裂之间，由元古界苴林群深变质岩组成刚性强、隆起高的稳定性基底，其东西两侧地区则由昆阳群浅变质岩及部分古生界组成柔性结构基底。

这些基底断裂在成盆期多表现为同生张性断裂，在盆地封闭消亡期转化为压性或压扭性，现将几条主要断裂简述如下：

1. 程海断裂

为盆地西缘南北向边界断裂，重力梯级带明显，沿断裂带有大量二叠系玄武岩分布，玄武岩在断裂西侧厚达3500米，而东侧则变薄为0～500米，东西向跃变磁异常与此对应。据不同深度（深度）重力差值场梯级带叠加位移图，断面向东倾，倾角较陡，大于70°，为一条断至莫氏面的深断裂，现今表现具压性特征，沿断裂形成一些串珠状新生代小盆地。

2. 红河断裂

位于盆地西南边缘，走向北西，沿断裂出现串珠状重磁异常，重力梯级异常带明显，并发育各类岩浆岩，尤其是基性—超基性岩体在断裂西部呈带状分布。据重力资料，断面倾向南西，而在新平以南倾向北东，断面成枢纽状，为一条断至莫氏面的深大断裂。现今红河断裂表现为一右旋扭动挤压性断裂。红河断裂不仅是楚雄盆地的边界断裂，也是扬子准地台与三江褶皱系的划界断裂。

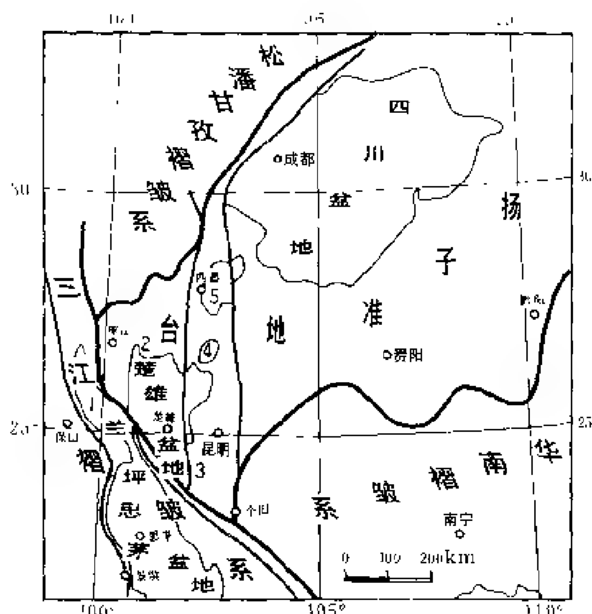


图 3-3-2　云南楚雄盆地大地构造位置图

1—丽江台缘坳陷；2—华坪隆起；3—康滇隆起；4—会理盆地；5—西昌盆地

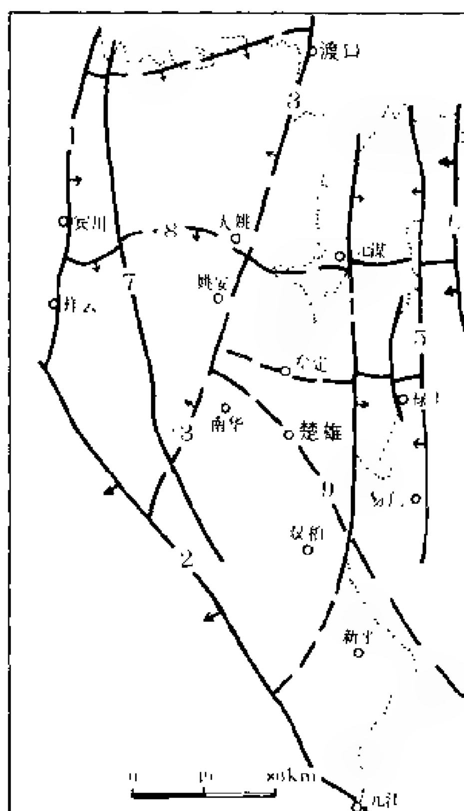


图 3-3-3　楚雄盆地基底断裂分布图

1—程海深断裂；2—红河深断裂；3—渡口—南华深断裂；4—绿汁江深断裂；5—易门大断裂；6—普渡河大断裂；7—渔泡江断裂；8—元谋—宾川断裂；9—楚雄—建水断裂

3.　渡口—南华断裂

为盆内中部一条隐伏断裂，走向南北，布伽重力异常图上表现为明显的梯级带、正负异常交接带，断裂以西为负异常、以东为正异常。北段渡口一带因断裂拉张作用，具多期次岩浆侵入和喷发，南段在盆内沿断裂带地表有碱性岩脉群分布。晚三叠世丙南期和大荞地期，断裂西侧有几百米至上千米巨大扇砾岩堆积。据重力资料，断面向西倾，倾角 70°～80°，为一条断至莫氏面的深断裂，并控制晚三叠世东西部的沉积分异，西部发育海相沉积，东部为陆相沉积。

4.　绿汁江断裂

为盆地东缘南段边界断裂，走向南北，向北经元谋隆起东侧延伸至西昌地区。为区域重

力、磁力正负异常交接带，沿断裂带有澄江期基性—酸性岩浆活动，加里东—海西期基性—超基性岩侵位强烈。据重力资料，断面成枢纽状向东向西倾，倾角较陡，大于 70°。

5. 易门断裂

断裂走向南北，重力梯级带明显，沿断裂有海西期—燕山期基性岩浆岩侵位，并有铁、铜矿带分布，断面向西倾。

6. 普渡河大断裂

断裂走向南北，为重力正负异常交接带，沿断裂带有二叠系玄武岩分布，东厚（800～1000 米）西薄。据重力资料解释，断面向西倾，倾角 70°～80°。

三、构造演化

晚元古代晋宁—澄江期，康滇隆起形成之后，盖层构造发育具明显的阶段性，从盆地形成期前的古生代至盆地发育、萎缩的中、新生代，经历了四个构造发展阶段七个构造期（见表 3−3−4）。

表 3−3 4 楚雄盆地构造发育阶段简表

构造阶段	构造期	盆地发育过程		构造层	构造及沉积建造特征
喜马拉雅	喜山	盆地改造阶段	褶断抬升	N−Q	盖层全面褶皱、断裂，盆地显著抬升、剥蚀。在局部断陷山间小盆地内形成砂泥岩含煤建造
燕山—晚印支	早喜山—晚燕山	盆地发育阶段	萎缩期	K_2-E_{1-2}	盆地沉积范围收缩，形成红色砂泥岩夹蒸发盐建造
	燕山		发育期	J_2-K_1	盆地快速下沉、伴随差异升降运动，沉积红色砂泥岩、泥灰岩夹膏盐建造
	早燕山—印支末		坳陷成盆期	$T_3^{2\ 3}-J_1$	盆地受挤压应力作用，急剧坳陷、伴随差异升降运动，沉积了一套陆相含煤碎屑岩及红色碎屑岩建造
印支—海西	晚印支	盆地形成前阶段	断陷期初始盆地	$T_3^1-T_3^{2-2}$	地壳受张应力作用，继承性裂陷，形成断陷边缘槽盆相泥岩、泥灰岩及中基性火山碎屑岩建造，末期出现海陆交互相含煤碎屑岩建造
	早印支—海西		拉张断裂期	$D-T_2$	地壳显著拉张断陷、玄武岩喷溢，差异升降活动明显。后期地壳抬升，地层剥蚀。形成海相碳酸盐岩、硅质页岩及基性火山岩建造
加里东	加里东		稳定地台期	S O ∈ Z	地壳差异性沉降，沉积了一套浅海相碳酸盐岩夹碎屑岩建造。末期地壳抬升、地层受剥蚀

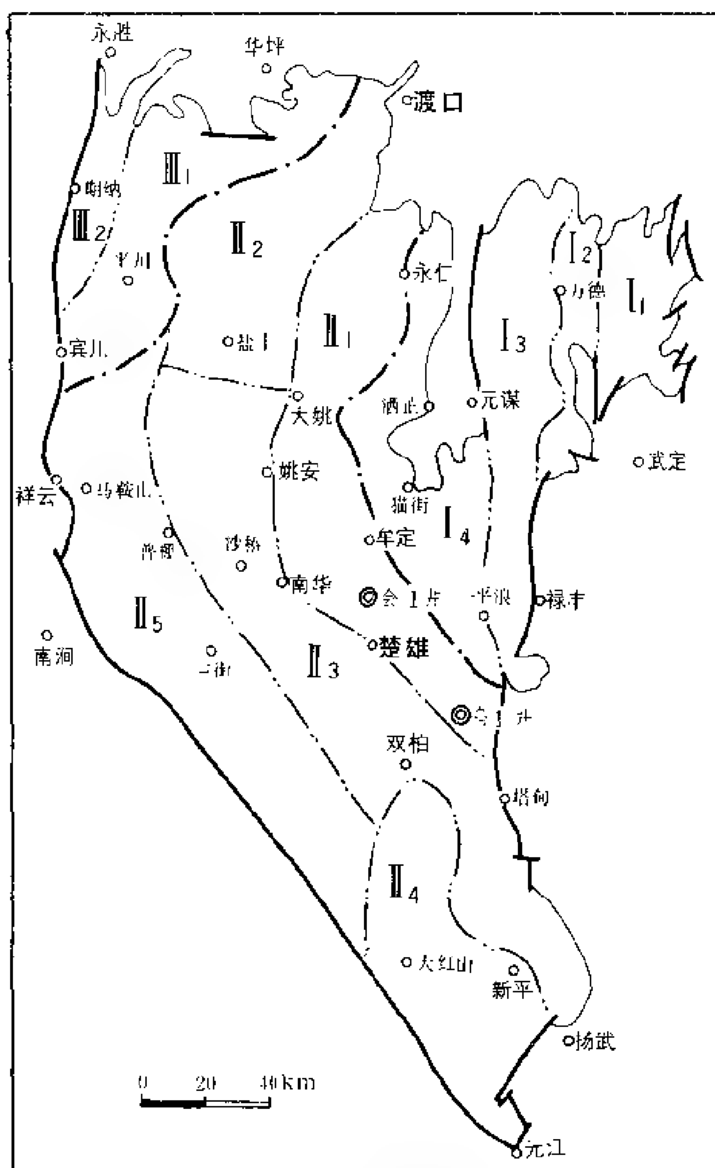


图3-3-4 云南楚雄盆地构造单元区划图

（各构造单元代号与名称见表3-3-5。）

1. 加里东构造阶段

以大区域范围而言，楚雄盆地处于扬子准地台康滇隆起西部，为大陆架浅海区，形成一套地台型碳酸盐岩夹碎屑岩建造。加里东运动后，地壳差异升降活动使康滇隆起上升，下古生界遭受剥蚀，其西部的丽江台缘坳陷带相对下降，地层保留较全。

2. 海西—印支构造阶段

康滇隆起东西两侧边缘间歇性海侵，海西期有发育不全的泥盆系至二叠系浅海碳酸盐岩、硅质页岩、基性火山岩（玄武岩）建造。印支早、中期地壳抬升，拉张块断分异明显，康滇隆起上古生界遭受剥蚀，并缺失下、中三叠统。印支晚期，沿康滇隆起西缘发生强裂拉张断陷，形成陆缘深海槽，沉积了云南驿及罗家大山期的泥质岩夹泥灰岩生油建造及中基性火山碎屑岩建造，厚度大于3600米。罗家大山期末（即普家村期），海水逐渐向西撤退，形成海陆过渡含煤建造，在东部一平浪、洒芷及北部宝鼎地区，为内陆湖沼相含煤建造，并向古构造的隆起带超覆。这样，就形成了具有大陆边缘拉张断陷性质的楚雄盆地雏形。

3. 晚印支—燕山构造阶段

晚三叠世中晚期的印支褶皱主幕构造运动，是楚雄盆地由断陷转为坳陷的发展阶段，极大地改变了本区的构造面貌，西面特提斯地槽最后关闭，滇西隆起成陆；与此同时，因受太平洋板块由南东向北西方向的俯冲挤压作用，形成了四川—滇中北东向巨形坳陷带，其南端即为原始楚雄盆地。从此，本区海相沉积基本结束，晚三叠世晚期至早侏罗世沉积，为造山期的内陆磨拉石建造，沉积速率高，厚度大。干海资期、舍资期为湖泊沼泽含煤沉积及磨拉石建造；早侏罗世为内陆湖相红色砂泥岩沉积。燕山期，盆地频繁振荡沉降，沉降中心向东迁移，堆积了中侏罗世—早白垩世陆相红层，间夹膏盐沉积，分布较广，代表盆地发育期的沉积。燕山晚期，晚白垩世至喜山早期古新世—始新世，盆地显著萎缩，湖水咸化，红层中膏盐层发育，而且沉积范围显著向东北部、北部收缩。

4. 喜马拉雅构造阶段

始新世末，喜山早期构造运动使盆地盖层全部褶皱、断裂和抬升。结束了盆地发育历

史。盆地东、西部地区盖层受到显著剥蚀，四川盆地与楚雄盆地被分割成为两个单独的构造盆地。剥蚀后残留的楚雄盆地为一个西断东超、西深东浅的不对称构造盆地。

四、盆地构造单元划分

根据基底结构、盖层发育程度、地表褶皱形态及断裂构造组合等特征，将盆地划分为3个一级和11个二级构造单元（图3-3-4、表3-3-5）。

表3-3-5　云南楚雄盆地构造单元名称表

代号	名　　称	面　积 (km^2)	代号	名　　称	面　积 (km^2)	代号	名　　称	面　积 (km^2)
Ⅰ	东部隆起	8120	Ⅱ	中部坳陷	24430	Ⅲ	西北部隆起	3970
I_1	云龙凹陷	1310	II_1	牟定斜坡	4740	III_1	平川凸起	3040
I_2	遮拉厂凸起	1030	II_2	盐丰凹陷	3550	III_2	片角凹陷	930
I_3	东山凹陷	2910	II_3	双柏凹陷	20			
I_4	元谋凸起	2870	II_4	大红山凸起	3320			
			II_5	西部冲断构造带	6000			

1.　东部隆起（Ⅰ）

位于盆地东北部，面积约8120平方公里，为盆地基底相对隆起的稳定地区。其中划分为云龙凹陷（I_1）、遮拉厂凸起（I_2）、东山凹陷（I_3）、元谋凸起（I_4）四个次级构造单元，呈南北向相间排列。构造变动以块断隆升为主，上三叠统发育不全，除元谋凸起外，其余区块舍资组直接超覆于元古界和古生界之上。本区缺失下白垩统，上白垩统与侏罗系普遍为不整合接触，地表多为上白垩统分布。

元谋凸起（I_4）：位于元谋鼻状古隆起南端倾没边缘，东至绿汁江断裂。鼻状隆起核部大片出露元古界变质岩系，上三叠统、上白垩统、及下第三系依次超覆于古隆起之上。地表形成一些白垩系组成的背斜，背斜核部出露侏罗系，轴线围绕鼻子倾没端呈北西向及东西向展布（如：杨家山构造，青豆冲构造，果纳构造）。上三叠统是凸起上唯一的勘探目的层，普家村组—舍资组生油岩厚为488～673米，系东部隆起中生油条件最好的区块。目的层埋深浅，约在600～2800米。

东山凹陷（I_3）：位于元谋隆起东侧，系由上白垩统与下第三系组成的一个复式向斜，基底主要为昆阳群，东部有古生界分布，沿绿汁江断裂东侧有一列南北向由上白垩统组成的背斜，核部已出露侏罗系，构造较平缓。但上三叠统舍资组目的层生油岩厚度较薄，仅数十米。

遮拉厂凸起（I_2）：位于东山凹陷东侧与易门断裂之间，主要为下古生界基岩露头分布区，其中见较多海西期辉长岩侵入体。

云龙凹陷（I_1）：介于易门断裂与普渡河断裂之间。基底主要由元古界组成。缺失上三叠统普家村组、干海资组及下白垩统，地表广布下第三系红色地层，形成一个轴向近南北的大型向斜。

2.　中部坳陷

位于盆地中部，面积24430平方公里，是楚雄盆地的中心所在，上三叠统、侏罗系、白

垩系发育齐全、厚度大，也是上三叠统生油气条件较好的地区。共划分出五个次一级构造区块，叙述如下：

牟定斜坡（$Ⅱ_1$）：位于坳陷东侧，由苴林群深变质岩组成刚性基底，上三叠统普家村组超覆于基底之上，现今为一个向东部边缘抬升的斜坡区。地表发育一些大型平缓穹窿、短轴背斜，如会基关、恩苏里、乌浪岔河等背斜，轴线主要为北西向。上三叠统普家村组—舍资组生油岩厚达千米，是区内有利勘探地区，埋藏深度大，为4000—6000米。70年代曾在会基关背斜及乌浪岔河背斜上钻有"会1井"和"乌1井"。会1井位于会基关背斜高点附近，于1971年3月30日开钻，1973年3月29日完钻，开孔层位为中侏罗统顶部，终孔层位为下侏罗统冯家河组，井深2893米。乌1井于1977年11月13日开钻，1979年3月17日完钻，井深2172米，均在侏罗系中钻进。上述两口探井均因事故完钻，未达到揭示上三叠统含油性目的。

盐丰凹陷（$Ⅱ_2$）和双柏凹陷（$Ⅱ_3$）：位于渡口—南华深断裂及楚雄—建水断裂西侧。盐丰凹陷：上三叠统至下第三系发育齐全，元古界基底埋深约为9～10公里（据重力资料），地表大片出露上白垩统、下第三系，组成一个开阔的复式向斜，局部存在短轴背斜（如乌龙口构造）。双柏凹陷：基底为元古界变质岩，上三叠统—白垩系覆于其上，地表大片出露侏罗系。局部构造发育，多长、短轴背斜，轴线多为北西向，局部呈东西向（如银厂河构造、小河头构造）。盐丰凹陷和双柏凹陷上三叠统目的层埋藏深，大于6000米。在盐丰凹陷内尚有上侏罗统妥甸组、上白垩统江底河组生油岩。

大红山凸起（$Ⅱ_4$）：位于盆地南端，凸起西南部元古界及上三叠统已出露地表，上三叠统舍资组直接覆于苴林群之上。凸起北部及南东部为中、下侏罗统覆盖区。仅北部有野牛厂构造，为短轴背斜，轴向南北。

西部冲断构造带（$Ⅱ_5$）：位于盆地西南缘，介于红河断裂与鱼泡江断裂之间。基底由元古界浅变质岩及上古生界碳酸盐岩组成。上三叠统各组发育完整，厚度大，达6600米，既有海相又有海陆过渡相及陆相沉积，泥质岩生油岩厚达1200～2800米，生油条件好。地表断裂发育，褶皱强烈，形成一系列逆冲断层、线性褶皱、拖曳褶皱及基岩滑脱，上下构造不相吻合。为勘探上古生界潜山油气藏和上三叠统冲断构造油气藏较有利的地区。

3. 西北部隆起（Ⅲ）

位于盆地西北部，面积3970平方公里。上三叠统干海子组超覆于上古生界之上，地表主要分布侏罗系。可分平川凸起（$Ⅲ_1$）和片角凹陷（$Ⅲ_2$）两个次级构造单元，前者中泥盆统、下二叠统已出露地表，后者为侏罗系组成的轴向南北的向斜。

第四节 石油地质基本特征

一、油气苗

楚雄盆地及邻区计有油气显示点26处（见图3-3-1、表3-3-3），其中油气苗点5处，油气苗、沥青复合点4处，沥青点13处，气苗点4处。从层位来分析，基底有油、沥青点8处，均产于盆地外围地区，主要产于盆地以北的永胜、华坪地区及以东的禄劝地区之中、上泥盆统。油苗黑褐色，产于石灰岩、白云岩晶洞和裂隙之中，也有产于化石体腔中者。沥青为黑褐色之软沥青，充填于碳酸盐岩之晶洞和生物化石体腔之中。上三叠统目前仅见有沥青点4处：西部祥云地区两处，为沥青质泥岩或产于生物化石体腔之中；北部永胜滑石板，

沥青产于砂岩裂隙、孔隙中；东部元谋洒芷，沥青产于砂泥岩裂隙中，可见含沥青砂岩共三层，累计厚为8.29米，南北延伸3公里，镜下可见干固沥青充填于砂岩的次生孔隙中。侏罗系有沥青显示点6处，主要产于上侏罗统砂泥岩、泥灰岩裂隙中。白垩系见油、气、沥青点7处，主要产于上白垩统，油苗为油浸页岩；沥青充填于裂隙、孔隙之中，气苗见有氮气（2处）及二氧化碳气（1处）。第四系气苗1个，为甲烷气。另楚雄盆地东侧之安宁盆地（中生代时与楚雄盆地连为一体），在盐井钻探时，多次取到上侏罗统含油的岩芯，原油赋存于泥灰岩及白云岩的晶洞与裂隙之中。

二、生油岩

盆地内的生油岩，主要发育于上三叠统。此外，在中上泥盆统、上侏罗统及上白垩统亦有生油岩，但研究不详，现仅将上三叠统生油岩叙述如下（有关生油岩的划分标准参见第二篇第二章表2–2–3）。

1. 上三叠统生油岩

全盆地均有分布，且厚度大，最厚可达3943米，是盆地内最重要的生油岩，自下而上分组叙述如下：

（1）云南驿组　主要分布于西部冲断构造带及双柏凹陷，为海相深水槽盆相沉积，以泥质生油岩为主夹碳酸盐岩生油岩，最大厚度可达1770米，向北东方向厚度减薄，有机碳含量为0.2❶～1.0%，氯仿沥青“A”含量为0.002～0.004%，有机质以腐泥型为主。北部渡口宝鼎为陆相泥质生油岩，厚212米，有机碳含量0.6～1.0%，氯仿沥青“A”含量0.008～0.012%，有机质类型为腐植型。

（2）罗家大山组　主要分布于中部坳陷及东部隆起西部。西部冲断构造带及双柏凹陷中、下部为海相沉积，上部为海陆过渡相沉积，均以泥质生油岩为主，最厚可达1435米，向北东方向减薄，有机碳含量为0.2～1.6%，氯仿沥青“A”为0.002～0.008%，有机质类型以腐泥型为主。元谋凸起和牟定斜坡为内陆湖相泥质生油岩，最大厚度为624米，一平浪厚为470米，呈南北向不均匀分布，有机碳含量为1.0～2.8%，氯仿沥青“A”含量为0.010～0.018%，有机质类型为混合型。北部宝鼎陆相泥质生油岩，厚仅37米，有机碳含量为0.8～1.2%，有机质类型为腐植型。

（3）干海资—舍资组　全盆地均有分布，为近海内陆湖相沉积之泥质生油岩，一般厚度大于200米，有机碳含量以一平浪地区较高，为1～1.2%，其余地区为0.2—1.6%，数值偏低，氯仿沥青“A”含量为0.0018—0.022%，有机质类型在盆地边缘为腐植型，向盆地内为混合型。估计向盆地中部，生油岩厚度将增大，质量变好。

罗家大山组上部至干海资组，是盆地内的重要煤系地层，其所夹煤层、煤线，是煤成气的气源岩。

2. 上三叠统生油岩有机质成熟度及热演化

上三叠统生油岩有机质热成熟度依据煤和干酪根的镜质体反射率、煤牌号、孢粉及有机质的热变指数确定（表3–3–6）。云南驿组生油岩除宝鼎地区尚处于成熟后期外，其余地区全处于过成熟阶段。罗家大山组生油岩大多数地区处于过成熟阶段，盆地北部宝鼎及东部元谋凸起尚处于成熟后期。干海资—舍资组生油岩在盆地北部宝鼎地区及东部隆起东南部处于成熟前期，盆地西部冲断构造带、程海断裂东侧及盆地中部姚安地区为过成熟阶段，其余地

❶本区生油气层有机质丰度指标，比国内其他含油气区偏低，是考虑到本区有机质热演化程度高。

区处于成熟后期。上三叠统生油岩成熟度总的变化趋势是自下而上成熟度变低。云南驿组、罗家大山组生油岩基本上全部处于过成熟阶段；干海资—舍资组，大部地区处于成熟阶段。同期生油岩有自西向东及由南向北部边缘成熟度降低的趋势。

表 3–3–6　云南楚雄盆地上三叠统生油岩有机质热成熟度分级标准

热成熟度阶段分区		镜质体反射率 Ro（%）干酪根类型 I	II	III	煤牌号	孢粉及有机质颗粒热变指数（TAI）	显示类别	烃相态预测
未成熟区		<0.5	<0.6	0.7	6	<2.5	甲烷及生物气	甲烷生气带
成熟区	成熟前期	0.5～1.3	0.6～1.3	0.7～1.3	A～Ж	2.5～5	油苗	主要生油带
	成熟后期	1.3～2.0			k–πc	5～6.5	油苗、气苗	湿气、凝析油带
过成熟区		>2.0			T–A	>6.5	变质沥青、气苗	干气带

通过对楚雄盆地上三叠统生油岩的埋深及热演化分析，初步认为，中部坳陷生油岩在晚三叠世末就开始生油，早侏罗世末进入生油高峰期，中侏罗世中期至始新世末进入生油结束期，晚侏罗世中期至渐新世末进入湿气结束期；东部隆起于早侏罗世中期开始生油，早白垩世中期进入生油高峰期；西部隆起于晚三叠世末开始生油，早侏罗世末进入生油高峰期，晚白垩世末进入生油结束期，古新世中期进入湿气结束期。由此可见，全区生油高峰期处于早侏罗世末至渐新世，现全盆地上三叠统生油岩均处于生油结束期及生油期后。

从楚雄盆地上三叠统生油岩有机质成熟度及热演化资料看，上三叠统目的层的勘探应以找气为主。

三、储集层

楚雄盆地储集岩比较发育，主要有基底碳酸盐岩及中生界砂岩两类。

基底碳酸盐岩储集层分布于盆地北部及西部，主要为中上泥盆统的白云岩、颗粒石灰岩和生物礁石灰岩。孔隙度随岩类不同而有明显变化，白云岩类最好，为 0.9—19.51%；石灰岩较差，为 0.38—3.22%。此外尚有下二叠统碳酸盐岩。基底碳酸盐岩储集层在其顶面，由于遭受长期风化侵蚀，次生孔隙发育，可形成良好的储集体。中生界全盆地各系、统、组内均有砂岩储集层分布，砂岩或夹于生油层间，或集中成段分布，在罗家大山组上部（或普家村组）、干海资组、舍资组、高峰寺组、马头山组，砂岩常占组厚的 30%，主要为低孔低渗透储集岩，其物性见表 3–3–7。

表 3–3–7　楚雄盆地上三叠统至下白垩统储集岩物性统计表

层　位	T_3y	T_3l	T_3g+s	J_2	J_3	K_1
孔隙度（%）	0.193～11.20	0.81～16.62	1.11～16.49	8.81～20.5	13.4～32.88	3.18～33.3
渗透率（$\times 10^{-3}\mu m^2$）	<0.1～14.85	<0.1～337	<0.1～69.9	14.5～71.2	31.8～199.84	<1～53.46

根据对上三叠统砂岩储集层的研究认为，上三叠统砂岩的孔隙类型以次生方解石溶蚀孔、长石粒内溶孔、填隙物晶间孔等次生孔隙为主，在平面分布上东部次生孔隙发育，西部较差。次生孔隙的发育程度与砂岩的成分及结构成熟度有关，一般扇三角洲砂岩体结构成熟度较高，杂基含量少，有利于次生孔隙的形成。次生孔隙的发育高峰期与成岩作用成熟早期

有关，云南驿组砂岩次生孔隙发育于早侏罗世，罗家大山组发育于中侏罗世，干海资—舍资组西部发育于中侏罗世末，东部发育于早白垩世中晚期，北部发育于古新世早期。此外，裂隙也是改善砂岩储集层物性的重要因素。根据对盆地卫星照片线性影像分析，在大断裂附近，线性影像密度有明显提高，可以预见，位于断裂附近的砂岩储集层物性将会变好。

四、储盖组合

楚雄盆地内不乏盖层，侏罗系—下第三系泥质岩，除盆地边缘地区外，均有分布。

楚雄盆地自下而上可分为四套储盖组合。

第一组合：由中、上泥盆统—上三叠统下部海相层组成。储集层为中、上泥盆统碳酸盐岩及上三叠统海相层内的砂岩层，以及基底与云南驿组间的不整合面之上下地层。盖层为上三叠统泥页岩。本组合主要分布于西部冲断构造带及双柏凹陷，被认为是该区良好的生储盖组合。

第二组合：由上三叠统—下侏罗统组成。储集岩为罗家大山组上部及干海资组、舍资组砂岩；盖层为下侏罗统湖相泥岩。本组合分布面积广，几乎遍及全盆地，是区内最好的生储盖组合。

第三组合：由上侏罗统—下白垩统组成。储集层为下白垩统高峰寺组砂岩，盖层为下白垩统普昌河组泥岩。本组合分布于中部坳陷北部及元谋凸起。

第四组合：由上白垩统江底河组（下段）—下第三系组成。储集层为江底河组下段的粉砂岩，盖层为下第三系江底河组泥岩及盐岩。本组合仅分布于盐丰凹陷南部及牟定斜坡北部。

五、圈闭特点

楚雄盆地内圈闭类型以背斜为主，目前共发现地表构造71个，总圈闭面积为1642平方公里，占盆地总面积的4.5%。其中大于100平方公里的构造3个，占构造总圈闭面积的23%，50～80平方公里的构造8个，占总圈闭面积的36%，以上二者占构造圈闭总面积的59%（表3—3—8）。背斜以穹隆、短轴背斜为主，二者占圈闭面积68.3%，占背斜总数的56.3%（表3—3—9）。已发现的局部构造主要集中于盆地中部牟定斜坡及双柏凹陷，次为东部隆起。牟定斜坡以穹隆构造为主，双柏凹陷以长轴及短轴背斜为主，盐丰凹陷以鼻状和小型短轴背斜为主，西部冲断构造带以线状褶皱为主，东部隆起区则发育一些小型鼻状背斜及披覆背斜和短轴背斜。对盆地局部构造研究认为，牟定斜坡穹隆构造的形成与基底隆起有关，构造形成期早，具有继承性，翼部相对平缓，闭合面积大，是盆地最有希望的构造圈闭。盆地西部冲断构造带线性褶皱形成期晚，为喜山期。上下构造不符合，下伏层常有潜山和基岩构造。盆地主要地表构造见表3—3—10。

表3—3—8　云南楚雄盆地构造面积比较表

单个构造面积（km^2）	构造数（个）	占构造总数（%）	占总构造圈闭面积（%）
>100	3	4	23
50～80	8	11	36
30～50	7	10	14
10～30	18	25	19
<10	26	37	8
不清	9	13	

表 3-3-9　云南楚雄盆地地表构造类型表

类　型	穹　隆	短　轴	鼻　状	长　轴	线　状	披　覆	其　它
个　数	18	22	7	12	8	3	1
占总数	23.5%	31%	9.9%	16.9%	11.3%	4.2%	1.4%
圈闭面积（km^2）	453	669	18	283	144	18	57
占总圈闭面积	27.6%	40.7%	1.1%	17.2%	8.8%	1.1%	3.5%

盆地内除地表构造外，通过重力解释，发现 12 个隐伏构造（有些与地表构造重合），这些构造面积大，形成期早，在油气勘探中应予注意。隐伏构造数据见表 3-3-11。

楚雄盆地除构造圈闭外，尚可形成岩性断层遮挡和地层超覆不整合等圈闭。

如前所述，上三叠统生油岩于晚三叠世末开始生油，早侏罗世末进入生油高峰期。因而本区形成期早的穹窿构造和基底构造与生油期配置较好，它们主要分布于牟定斜坡，喜山期构造运动影响小，保存条件较好。长轴背斜及披覆背斜可能形成于燕山晚期—喜山早期，稍晚于成油高峰期，其配置关系不如穹隆状构造。西部冲断构造带线性褶皱构造，形成于喜山期，与成油期配置不好，但可能有配合较好的基岩构造存在。

另外，上三叠统砂岩储集层次生孔隙发育期与成油高峰期的配置关系比较好，可望形成较好的岩性型圈闭的油气藏。

表 3-3-10　云南楚雄盆地重力资料解释的构造简表

名　称	3500m 等深线圈闭面积（km^2）	构造类型
野牛厂	450	继承性构造
会基关	242.5	继承性构造
平浪	127.5	继承性构造
果纳	150	继承性构造
妙姑	360	潜伏构造
大红山	1721	基底构造
西舍路	980	基底构造
祥云	1340	古潜山构造
平川街	1027.5	古潜山构造
前场	122.5	潜伏构造
仁和	395	古潜山构造
永仁	552.5	基底构造

表 3-3-11　云南楚雄盆地主要构造资料统计表

构造名称	构造数据												断层发育情况	目的层埋深(顶/底)	勘探程度
	轴部出露地层	轴向	长轴(km)	短轴(km)	闭合面积(km^2)	闭合高度(m)	褶皱强度⑴	闭合系数⑵	两翼地层倾角		高点海拔	构造类型			
									东(北)翼	西(南)翼					
乌龙口	J_3S^1 底	近 SN	18	9	110	3200	0.37	2	20°～50°	20°～50°	1900	短轴	断层少,保存完整	$T_3$2500/4000	1/10 万详查
中　和	T_3g 顶	NE	6	1.6	8.5			3.8	30°	33°		鼻状	被 NE 向渡口—南华断裂切割	$T_3$0/8200	1/20 万踏勘
牟　定	J_1f^1 中	SN-NW	24	4	约 80	800～2000	0.4	6	30°～70°	30°～45°	1800～2400	短轴	被 NW 向及 EW 断层切割成五个断块	$T_3$1000～2500/8000～4500	1/5 万细测
果　纳	J_1f^1F	近 SN	被 k_2 不整合		1.5	不详	不详	不详	陡>40°	25°～17°	1800	梳状	断层不发育	$T_3$600/2800	1/5 万详查
会基关	J_2Z^3 上	NWW	26.2	13.5	120	2000	0.15	约 2	20°～30°	25°～40°	2230	穹隆似梳状	外围发育 NW、EW 及 SN 向三组,最大断距 500M	$T_3$3500/6000	地震普查
思茅里	J_3s^1 底	SN-NWW	17	8	61	1570	0.2	2.1	15°～32°	21°～50°	2081	穹隆	NW、EW 向两组断层分布于翼部	$T_3$4000/7000	地震剖面一条
银厂河(南高点)	J_2Z^2 顶	NW	6	2-2.5	60				30°～56°	11°～33°	2900	短轴断背斜	断裂极为发育	$T_3$6000/大于8000	1/10 万详查
乌浪岔河	J_1f 下	近 SN	18	10	151	5400	0.54	1.8	40°～50°	30°～40°	2000	穹隆高梳状背斜	NW 向断层发育,分布于轴部及东翼	$T_3$1500～2000/3000～4000	1/5 万详查
小河头	J_2Z^2 中	SN	11.5	5	57	1850	0.37	2.3	20°～35°	30°～45°	1850	短轴裙边背斜	NW,EW 两组分布于翼部	$T_3$3600/6000	1/5 万详查
野牛厂	J_2f^2 底	近 SN	19	平均 5.5	78	2400	0.49	3.4	32°～65°	31°～35°	2050	短轴高梳状	发育 NW、NE 两组、切轴	$T_3$2000/4000	1/5 万详查
炳　海	J_1f	SN	11	2.4	14			4.6			1000	短轴	保存完整	$T_3$1000/2000;$D_2$2000/3000	1/20 万区测
关山坪	J_1f^2	近 SN	10.5	1.8～3	28.6			3.5～5.8	14°～27°	20°～40°	2598	短轴	断层少	$T_3$1000/2000;$D_2$2000/3000	1/20 万区测
马鞍山	T_3y_1 中	NE	12	6	15			2			2100～2300	穹隆	断层发育	$D_2$1500/2500	1/20 万区测
七　街	K_2^2	近 EN	6	3.5	13	1200	0.34	17	30°～50°	30°～50°	1993	穹隆开梳状	两端被一组 NW 向断层切割	$J_3^2$3000/3500	1/5 万详查
溜口坡	J_3f^1	NW	23	6～7	78	1500	0.25	3.29	32°～75°	15°～45°	2100～2262	短轴	两组,最大断距 350～900 米	$T_3$3000/5000	1/5 万细测

⑴背斜闭合高度与闭合短轴之比;⑵背斜闭合长轴与短轴之比。

第五节 评 价

1984年以来，对楚雄盆地上三叠统油气资源进行了综合研究，进一步肯定了盆地的含油气潜力，指出了有利的勘探区块或地区。

以区块作为评价的基本单元。通过对盆地含油气条件的分析，认为影响各区块含油气前景的主要控制因素是：①局部构造（类型、数量、圈闭形成期与生油气期时空配置关系）；②储集层厚度和质量；③单位面积资源量（即资源量密度）；④保存条件。但每一因素在油气藏形成的过程中，其作用是有差别的，因此，对每一因素付予权系数值范围，各因素权系数之和即是综合评价判别值。最大权系数之和等于1，其分配见表3-3-12，综合评价判别值大于或等于0.75者，为Ⅰ级区块，即有利勘探区块；综合评价判别值大于或等于0.7者，为Ⅱ级区块，即较有利勘探区块；综合评价判别值小于0.7者，为Ⅲ级区块。评价结果见表3-3-13。其中牟定斜坡为Ⅰ级区块，西部冲断构造带为Ⅱ级区块，其它为Ⅲ级区块。

表3-3-12 云南楚雄盆地评价因素权系数分值分配表

评价因素	局部构造	资源密度	储集层	盖 层
权系数值	≤0.4	≤0.25	≤0.2	≤0.15

表3-3-13 云南楚雄盆地区块综合评价表

区块名称 / 评价	牟定斜坡	西部冲断构造带	元谋凸起	平川凸起	双柏凹陷	大红山凸 起	盐丰凹陷	东山凹陷	云龙凹陷	逸纳厂凸 起	片角凹陷
评判值	0.771	0.735	0.601	0.565	0.544	0.540	0.524	0.4 6	0.398	0.332	0.241
综合级别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

注Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ分别代表有利区、较有利区、较差区。

楚雄盆地，在滇黔桂地区是一个大型中生界盆地，勘探工作尚属起步，勘探程度低。在现有认识的基础上，从全盆地着眼，进一步加强研究，对有利的背斜构造进行侦察钻探，是十分必要的。位于牟定斜坡中部的会基关背斜，呈穹窿状，轴部出露中侏罗统张河组上部。闭合面积120平方公里。经地震勘探上三叠统底面构造完整（图3-3-5），是目前楚雄盆地最好的构造圈闭之一。对该背斜进行侦察钻探，将有助于加深对楚雄盆地含油气前景的认识。原来钻探的会1井，因工程原因未钻达主要勘探目的层上三叠统。

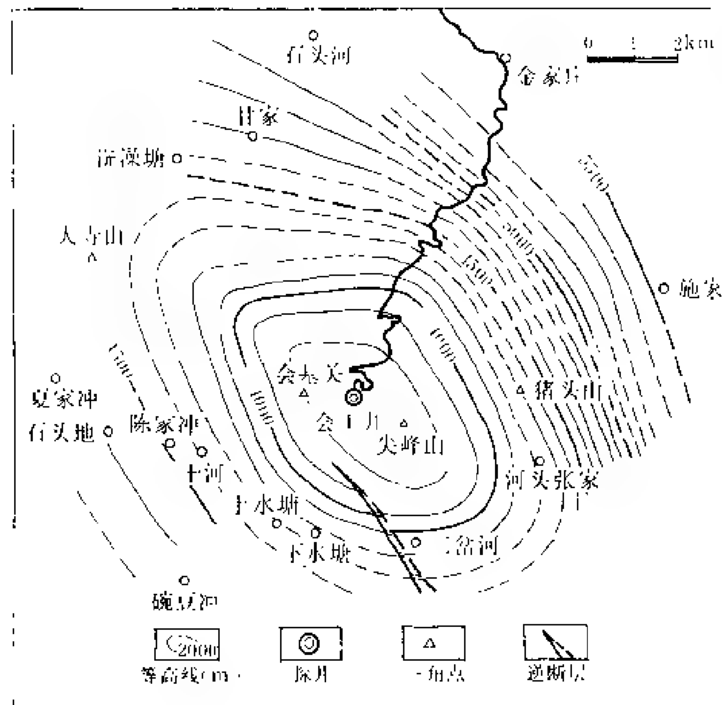


图 3-3-5 楚雄盆地会基关构造 T_4（上三叠统底）构造图

第四章　十万大山盆地

第一节　概　　况

一、地理概况

十万大山盆地位于广西南部，隶属于南宁和钦州两专区，范围在东经106°45′～109°30′和北纬21°35′～23°00′。总体呈北东东走向，西南端延伸进入越南（称“安州盆地”），我国境内长250公里，宽30～60公里，面积11525平方公里。

盆地地貌属丘陵—低山地形，总体上西南高东北低。盆地东北部以丘陵、低山为主，海拔为100—200米，个别高达427米。西南部主要为中—低山地形，相对比较复杂，海拔200～900米。低山、丘陵及平原的面积占盆地总面积81.1%。十万大山屹立于盆地东南侧，海拔为1200～1462米。

盆地位于北回归线以南，冬暖夏热，属亚热带季风型气候。年平均气温为21～23℃，1月份平均气温为3～8℃，7至9月份平均气温为31～32℃。年降雨量1200～1600毫米，雨季集中在5～8月。

区内主要河流有邕江和明江，分别流经盆地东部和西部，并有大王滩、凤亭河及那板等水库，水源比较充足。

湘桂铁路经南宁沿盆地北沿可达宁明、凭祥，南（宁）防（城）铁路横穿盆地、区内公路较发达，县乡镇间均有公路相通。北侧南宁市有航空班机，水运可达广州及港澳地区。南有防城、北海两个港口，交通比较便利。

二、勘探概况

对盆地进行石油地质调查与勘探始于1958年，至今已历时30余年。可划分为三个阶段。

第一阶段（1958～1961年），地质部广西石油普查大队开展了凭祥至扶绥，凭祥至横县的石油地质普查，以及崇左至江州古坡石油地质详查。四川石油管理局广西石油勘探大队进行了全盆地1：20万石油地质普查。地质部航磁大队904队开展了川、滇、黔、桂四省（区）1：100万航空磁测，包括了盆地全区，广西石油勘探大队301队开展了广西全境（包括盆地范围）1：50万重力普查。

第二阶段（1972～1976年），广西石油普查勘探队第四地质队作了全盆地1：20万石油地质普查，并对部分局部构造进行了1：10万和1：5万的石油地质详查，对横穿盆地的地质大剖面进行了研究。

第三阶段（1976～1989年），为综合性石油普查勘探阶段。广西石油勘探开发指挥部自一九七六年冬先后以四个地震队开展盆地地震概查、普查及局部构造详查，1981年至1984年，共作地震多次覆盖测线1647.53公里。地震测线早期以弯线为主，后期逐渐转为直线6次（少量为12次）覆盖。测线主要集中于盆地东部，线距一般为6～12公里，上英和定西地区加密至2～4公里。盆地西部由于地形复杂，测线距大，仅作了几条概查测线。

1977年至1984年广西石油指挥部320重力队在盆地北缘和盆地内进行了1：10万～1

1∶20 万的重力调查，前两年兼作磁法测量。重力调查面积计有 4584 平方公里，其中 33%的点线距为 1×1 公里。

广西石油指挥部第二、第四地质队自 1977 年起对盆地进行地层、构造、沉积相、生物礁及油气演化等专题和综合研究。1982 年至 1984 年对盆地进行了油气资源早期评价。

1983 年 3 月 24 日，上英—古律圈闭第一口参数井（万参 1 井）开钻，1984 年 10 月完钻，完钻井深 3200 米，完钻层位为泥盆系（?）。在井深 1817～1821 米的泥盆系（?）白云岩屑中，用荧光照射，发现油斑岩屑 70 余粒。经测试未见油气。1985 年 7 月 11 日，在定西构造钻探定 1 井，1986 年 8 月 28 日完钻，完钻井深 2700.32 米，井底层位为下侏罗统百姓组，未见油气显示。

第二节　地层与岩浆岩

一、地层

盆地及周边出露地层为上寒武统至第三系，总厚度约三万米。古生界至中三叠统为海相沉积，其中晚古生代至早三叠世碳酸盐岩发育，有较多油气显示，为盆地目前之主要勘探目的层。上三叠统至第三系为陆相沉积（图 3–4–1，3–4–2）。

盆地南部和北部的地层、沉积相和厚度等方面均有较大差异，盆地北侧，出露最老地层为上寒武统复理石砂泥岩，泥盆系直接不整合于寒武系之上，其间缺失奥陶、志留系。泥盆系至下三叠统为一套以浅海相碳酸盐岩为主的稳定型沉积，总厚度为 5000 米，二叠系上、下统之间为平行不整合，局部为连续沉积。中三叠统仅分布于盆地之西北侧，为海相碎屑岩夹火山岩，厚达 2800 米。盆地南侧出露最老地层为志留系，上覆泥盆系（钦州群）与志留系连续沉积。局部有石炭系零星出露，均为不稳定型复理石硅质岩和砂泥岩沉积，总厚度达 10000 余米。缺失下二叠统。上二叠统直接不整合于泥盆系之上，为类磨拉石山麓堆积和滨岸相碎屑岩，厚度达 5600 米（?）。下二叠统为浊积岩相和浅海陆棚相砂、泥岩，顶部夹碳酸盐岩，厚度大于 1000 米。

盆地内沉积盖层为上三叠统至白垩系。最底部为板八组火山岩，厚为 180～633 米，分布于盆地西南缘，不整合覆于印支期花岗斑岩之上。上三叠统平垌组不整合于板八组和花岗斑岩之上，下段为海陆交互相沉积，上段为湖相砂泥岩，总厚达 2500 米。扶隆坳组为一套河—湖相红色粗碎屑岩，整合于平垌组之上，厚达 4448 米，上三叠统出露范围限于盆地西南贵台以西地区。

侏罗系与扶隆坳组连续沉积，往东、往北超覆不整合于老地层之上，为以浅湖相为主的碎屑岩。中侏罗统底部局部夹凝灰岩，侏罗系累计厚度达 4000 米。白垩系在盆地西部与侏罗系连续沉积，在东部为不整合接触，厚为 5000 米，厚度变化甚大。

第三系主要分布于盆地西部北缘宁明，上思等地。为山间盆地型湖相沉积，厚达 1556 米，与下伏地层呈不整合接触。

二、岩浆岩

盆地周边地区岩浆岩很发育，分布面积广，岩浆活动时间为华力西期至燕山晚期，以印支期为主，以侵入岩为主，其次为喷发岩。

侵入岩主要分布在盆地南缘，沿钦州—灵山断裂带呈北东—南西向分布，与盆地走向一致。盆地内部侵入岩体出露极少，仅在中部有 0.1 平方公里的米引岩体，属印支期花岗岩

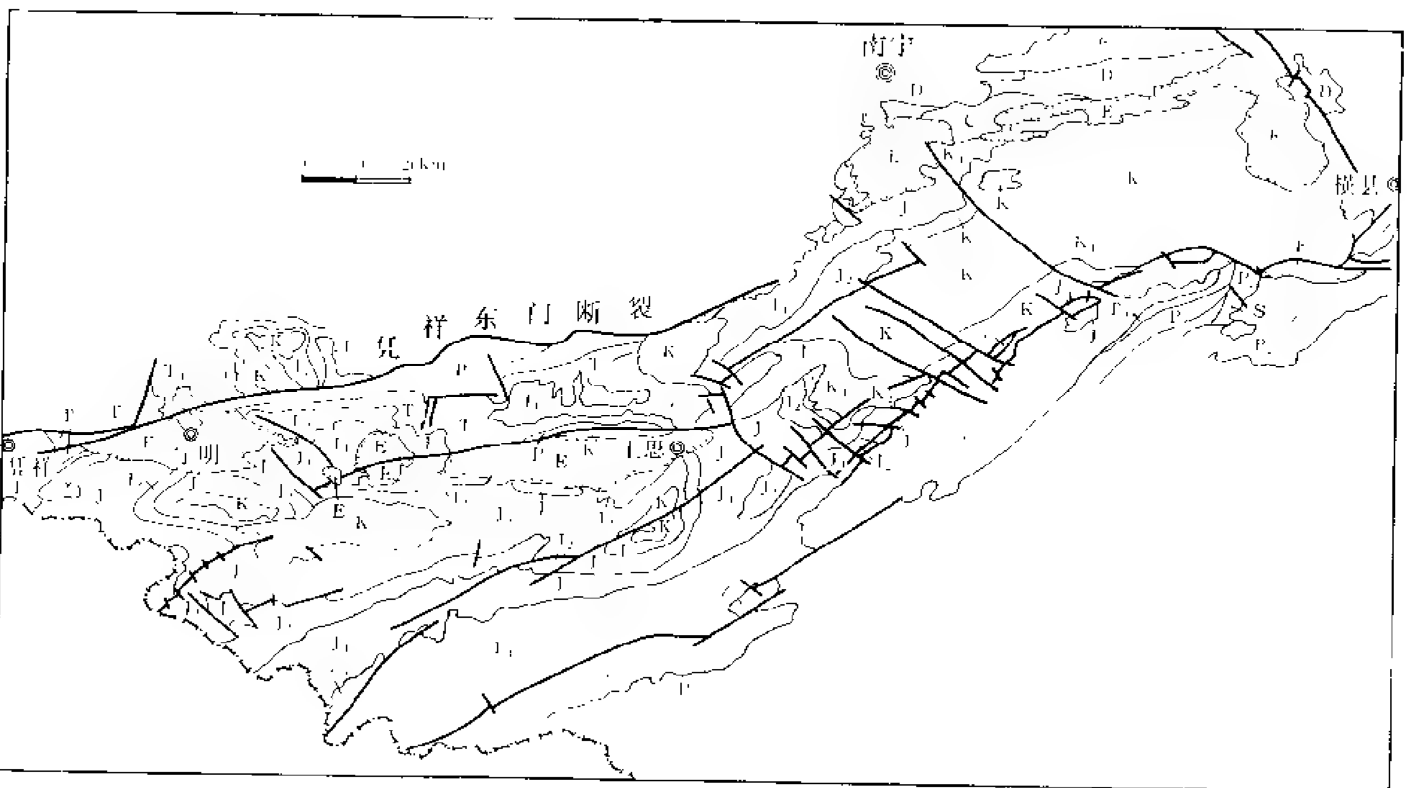


图 3-4-1 广西十万大山盆地地质略图

界	系	统	代号	剖面	厚度 m	岩性描述		油气显示	生储盖条件
新生界	第三系		E N		~1556	灰褐色泥岩、砂岩夹褐煤，底部为紫红色砾岩		气	自生储盖层
中生界	白垩系		K		1992	紫红色中—厚层状砂岩、砾岩、粉砂岩夹泥岩			
	侏罗系		J		1276	棕黄、紫红、灰色砂岩、粉砂岩及泥岩间互层夹煤线，底部具石英砾岩		气、沥青	良好盖层
	三叠系	上统	T_3		6918 / 7581	（盆地北部）缺失	（盆地南部）灰黄、紫红色砾岩、砂岩夹泥岩，下部夹黑色泥页岩，底部为流纹斑岩及含砾砂岩		可能生油层
		中统	T_2		376 / 2801	灰绿色页岩、砂质泥岩、砂岩，底部为酸性熔岩，上部夹凝灰岩，下部夹石英斑岩	缺失	油苗	
		下统	T_1		538~1426 / 578	灰色鲕粒石灰岩、白云岩，部分为深水碳酸盐岩及粉砂岩、泥岩	泥质粉砂岩、砂质泥页岩、泥灰岩，顶部夹石灰岩	油苗沥青	
上古生界	二叠系	上统	P_2		[illegible]	石灰岩夹硅质泥岩、铝土质泥岩，局部夹煤层	泥岩、粉砂岩、夹含砾砂岩、砾岩和酸性熔岩，局部夹煤线	沥青	具良好生油和储集层
		下统	P_1		169 / 586	灰、深灰色粉晶生物屑石灰岩、亮晶灰岩、泥晶灰岩	缺失	油苗沥青	
	石炭系	上统	C_3		370	浅灰色白云岩夹亮晶颗粒石灰岩		沥青	
		中统	C_2		390	灰—灰白色石灰岩、白云质灰岩			
		下统	C_1		386 / 251	灰—灰白色石灰岩	灰色硅质岩、硅质页岩及泥岩		
	泥盆系	上统	D_3		2?? / 1156 / 1974	深灰、浅灰、肉红色白云质灰岩、白云岩夹豆状灰岩	硅质岩、生物屑硅质岩、夹硅质页岩，局部夹含磷层	油显示沥青	
		中统	D_2		11? / 321 / ~570	灰色石灰岩、白云岩夹粉砂质泥岩	浅灰色粉砂质泥岩、泥岩及粉砂岩		
		下统	D_1		688 / 1095	上部石灰岩夹白云岩，下部泥岩夹粉砂岩	灰黑、浅灰色泥岩、粉细砂岩夹硅质岩		
下古生界	志留系		S		9568 / 12054	缺失	灰黑、黄绿色泥页岩、灰色、黄红色粉砂岩、细砂岩，局部夹粗细砂岩、砾岩，顶部夹少量硅质岩、含锰石灰岩		
	奥陶系		O			缺失	未出露		
	寒武系	上统	Є		423.9	灰绿色长石石英砂岩、灰色灰黑色泥岩、页岩		沥青	具生储盖层

图 3-4-2 广西十万大山盆地地层综合柱状图

体，侏罗系不整合覆于其上，东部尚有两个小于0.002平方公里的燕山晚期辉绿岩体，主要岩体特征列于表3-4-1。由南东往北西方向，岩体侵入活动期由老变新，岩石矿物颗粒由粗变细，结构从似斑状、多斑状变为斑状，岩体依次为堇青石黑云母花岗岩、肉红色花岗岩、石榴石堇青石黑云母花岗岩、紫苏辉石花岗斑岩、文象花岗斑岩及肉红色花岗岩。岩体形成深度由中深成到超浅成，岩浆活动规模由大到小，同化混染作用由弱到强，变质矿物由一种增加到二、三种，由以堇青石为主变为由紫苏辉石为主。

表3-4-1　广西十万大山盆地及毗邻地区侵入岩简表

时代		岩石类型	主要岩体名称	代号	个数	出露面积(km^2)	相	产状	接触关系	分布地区
中生代		闪长岩	粉屯	δ_5	1	0.06	浅成	岩瘤	侵入D_3	盆地以北
		辉绿岩	高脊屯	$\beta_{\mu5}$	19	2		岩墙	侵入$D-T_1$	盆地以北
		单辉橄榄岩	派安屯	ψ_5	8	1		岩墙	侵入P_1	盆地以北
燕山期		辉绿岩	太安	$\beta_{\mu5}^3$	2	0.0002	浅成	脉状	侵入K_1	盆地内
		黑云母钾长花岗岩	吊鹰岭	γ_5^{2-3}	2	33.3	中深	岩株	侵入P_2	盆地以南
印支期	第六次	文象黑云母花岗岩	那垌	γ_5^{1f}	2	>236	中深	岩基	侵入P_2、πT_3	盆地以南
	第五次	黑云母紫苏辉石花岗岩	稔稳	γ_5^{1e}	5	108	中深	岩株	侵入T_1、P_2	盆地以南
	第四次	紫苏辉石花岗斑岩	台马	$\gamma_{\pi5}^{1d}$	15	>1000	浅成	岩基	侵入P_2-T_1	盆地以南及盆地内
	第三次	堇青石石榴石紫苏辉石黑云母花岗斑岩	大寺	$\gamma_{\pi5}^{1c}$	2	142	中深成	岩株	台马岩体侵入其中	盆地南
		紫苏辉石黑云母花岗闪长岩	马增	$\gamma_{\pi5}^{1c}$	1	30		岩株	侵入P_2	盆地南
	第二次	堇青石黑云母花岗岩	旧州	γ_5^{1b}	12	>674		岩基岩株	侵入S、P_2	盆地南
	第一次	黑云母花岗岩	伏波山	γ_5^{1a}	4	1000		岩株	侵入S、T_1、P_2	盆地南北

喷发岩主要分布于盆地以北，沿凭祥—东门断裂呈东西向展布，以断裂南侧较为发育。晚古生代喷发岩层次多、厚度小，为玄武—安山岩与碳酸盐岩共生。三叠纪为火山喷发最盛时期，形成巨厚的酸性喷发岩，主要为英安—石英斑岩，与复理石、硬砂岩共生。自泥盆纪至三叠纪，火山活动随构造运动加剧而增强，岩性由基性、中酸性过渡为酸性。主要喷发岩

参见表 3-4-2。

表 3-4-2　广西十万大山盆地及毗邻地区喷发岩一览表

时代		主要岩石类型	层数	总厚(m)	分布面积(km^2)	产状	接触关系	分布地区
燕山期		辉石安山玢岩、玄武玢岩		>293	0.15	陆相喷发	不整合于E之下、T之上	盆地东端
印支期	晚三叠世	流纹斑岩、凝灰熔岩	1	>598	70	岩被	不整合于T_3之上	盆地西南部
	中三叠世	酸性熔岩、凝灰熔岩	3	<660	58.6	岩被	夹于T_2中上部	盆地北侧
		长石石英斑岩	1	15~537	19.6	岩被	夹于T_2下部	盆地北侧
	早三叠世	流纹岩、酸性球状熔岩	1	>6	2	层状	夹于T_1中部	盆地南侧
		中酸性(英安质)熔岩	3	<2076	420.7	岩被	夹于T_1	盆地北侧
		玄武岩、辉绿岩	2	2~14	1	层状	夹于T_1	盆地北侧
华力西期	晚二叠世	酸性熔岩、酸性球状凝灰熔岩	3	>30	1	层状	夹于P_2底、中、上部	盆地南侧
		细碧岩、基性熔岩角砾岩	1	93~141	2.3	岩流	夹于P_2中上部	盆地北侧
	早二叠世	中基性熔岩、辉绿岩、玄武玢岩	5	208	1.2	岩流	夹于P_1m	仅见于凭祥附近
	早石炭世	基性凝灰角砾岩	1	73	0.8	层状	夹于C_1下部	崇左陇那
	中—晚泥盆世	细碧岩、角斑岩	4	50~116	5	岩流	3、4层夹于D_3 1、2层夹于D_2	龙州板孟

第三节　沉　积　相

本节叙述十万大山盆地及其毗邻泥盆纪、石炭纪、二叠纪及早三叠世沉积相。

一、泥盆纪沉积相

早泥盆世盆地南区钦州一带为较深水黑色含笔石泥、页岩，为盆地相，以暗色含远岸型浮游生物沉积为特征。早泥盆世早期，北区为陆源碎屑岩沉积，晚期海水扩大和加深，过渡为碳酸盐岩沉积，属盆地边缘相，以暗色含近岸底栖和浮游过渡型生物沉积为特征。

中泥盆世南区为正常浅海盆地亚相沉积，北区为浮游型盆地边缘相沉积。晚泥盆世南区以硅质岩为主，北区以石灰岩为主，所含主要化石均为浮游型，代表较为宁静海盆地相沉积。

二、石炭纪沉积相

石炭系为继泥盆系之后又一套浅海相沉积，南区仅局部残留早石炭世石灰岩、硅质岩，含浮游生物，属盆地相；北区为相对稳定之台地相泥灰岩—白云岩沉积，富含 和珊瑚等生物。扶绥地区中石炭世为咸化海沉积，白云岩较发育。

三、二叠纪沉积相

1. 早二叠世沉积相

应用实际资料建立了本区早二叠世的沉积相模式，如图 3–4–3 所示。

(1) 栖霞期沉积相 早期华力西运动使"钦州地槽"回返，海水向北退缩，早二叠世栖霞期沉积基本上限于十万大山基底大断裂以北，主要发育碳酸盐岩台地型沉积，各相带基本上平行于云开古陆边界呈带状分布。自南东往北西分为两个沉积区。

1) 滨海沉积区 (Ⅳ)：据地震资料推测可分两个相，①是滨岸碎屑岩相 ($Ⅳ_2$)，分布于平福—大塘一带，以泥质岩为主。②是潮平泻湖相 ($Ⅳ_1$)，分布于派阳—上思—西津一带，以碳酸盐岩为主，间夹泥质岩。

2) 台地沉积区 (Ⅲ)：沉积界面大部分在平均低潮面以下，深度从几十米至近百米，水体能量一般为较弱至中等。划分为三个相：①凹槽台地相 ($Ⅲ_1$)，位于凭祥—东门断裂带以南，主要为深灰、灰黑色中层状泥—粉晶灰岩，含藻屑粉晶灰岩夹硅质岩薄层，见少量珊瑚、有孔虫、绿藻等。②滩相 ($Ⅲ_3$)，位于宁明—山圩及三化一带，在凹槽台地相的两侧。北侧为灰、深灰色厚层状泥晶—亮晶砂屑石灰岩、生物屑石灰岩、藻环石灰岩、绿藻石灰岩等，夹鲕粒石灰岩，生物以蓝藻为主，伴生 、有孔虫及腕足类等，属低—中等能量滩；南侧为厚层状泥晶灰岩、粉晶藻屑石灰岩、藻环石灰岩等，夹生物碎、砂屑石灰岩，生物屑以蓝藻为主，含 、有孔虫及少量腕足类，属低能滩。③开放泻湖相 ($Ⅲ_4$)，分布于龙州、崇左一带，以浅灰、深灰色厚层状泥—粉晶灰岩、粉晶有孔虫藻屑石灰岩为主，夹亮晶砂屑石灰岩、鲕粒石灰岩、江珧石灰岩、藻环灰岩以及含灰质的白云岩等，具退变结构，发育浅海底栖和藻类等生物。

(2) 茅口期沉积相 相带展布与栖霞期基本相同，滨海沉积区岩相与栖霞期相似，台地沉积区岩性有差异，可分为四个相。①凹槽台地相 ($Ⅲ_1$)，分布范围与栖霞期相似，主要岩性为中—厚状灰、深灰色含生物屑泥晶灰岩、硅化石灰岩及砾屑石灰岩。②滩相 ($Ⅲ_3$)，位于凹槽台地相两侧，北侧滩为浅灰、灰白色厚层亮晶与泥晶间互的砂屑、生物屑石灰岩、藻灰结核石灰岩、藻团块石灰岩，夹鲕粒石灰岩、 灰岩，生物以藻类为主，次为有孔虫、棘皮、 及腕足类等；南侧滩岩性与北侧相似，唯颜色较深，多具泥晶粉晶结构，属低能滩相。③生物礁相 ($Ⅲ_2$)，沿凭祥—东门断裂由台地滩边缘向凹槽台地一侧生长，见于宁明、亭亮、崇左、板利一带，可见礁核、礁翼和礁后，礁前因断裂影响而未见。岩性为灰白色巨块状藻包壳粘结岩、障积—粘结岩、丛状管孔藻或钝管海棉等骨架石灰岩，夹生物屑亮晶灰岩。造礁生物主要有红藻类的管孔藻和蓝藻以及钝管海绵、苔藓虫等，藻类占 70%。礁东翼为角砾岩，没有塌积物；西翼由海百合茎泥晶灰岩、海绵障积—粘结岩及云（化）石灰岩组成，礁后为广滩相，含沥青。④开放泻湖相 ($Ⅲ_4$)，分布于龙州板旺一带，以含生物屑泥—粉晶灰岩、粉晶藻环石灰岩为主，夹亮晶生物屑砂屑石灰岩、绿藻石灰岩，上部夹灰质白云岩。生物以蓝藻为主，次为 、有孔虫和绿藻等。

2. 晚二叠世沉积相特征

以十万大山基底大断裂为界，南部地壳强烈下陷，陆源物质充足，快速堆积。北部平稳仍属于碳酸盐台地相沉积，只是在凭祥—东门断裂以北地区，海水变浅，局部有海湾、泻湖

图 3-4-3 广西十万大山盆地早二叠世沉积相模式图

表 3-4-3 十万大山盆地早二叠世沉积相模式图(附表)

沉积区	滨海沉积区		海域台地沉积区				
相区	滨岸碎屑岩相	潮坪泻湖相	滩相	凹槽台地相	生物礁相	生物滩相	开放泻湖相
代号	Ⅳ$_2$	Ⅳ$_1$	Ⅲ$_3$	Ⅲ$_1$	Ⅲ$_2$	Ⅲ$_3$	Ⅲ$_4$
岩石类型	砂岩、泥岩	碳酸盐岩为主，间夹砂质泥岩	石灰岩、藻屑石灰岩、藻环石灰岩、绿藻石灰岩、夹江珧石灰岩	泥晶灰岩、含生物屑石灰岩、藻屑石灰岩、夹亮晶砾屑砂屑石灰岩、硅化石灰岩，具硅质条带和团块	红藻骨架石灰岩、海绵骨架石灰岩、藻粘结岩、礁屑石灰岩、礁角砾岩、云化石灰岩	生物(屑)石灰岩、藻灰结核石灰岩、藻团块石灰岩、砂屑石灰岩、夹鲕粒石灰岩、石灰岩、绿藻石灰岩	石灰岩、藻环石灰岩、有孔虫藻屑石灰岩、砂屑石灰岩、石灰岩、绿藻石灰岩、鲕粒石灰岩、灰质白云岩、江珧石灰岩
颜色			灰色	深灰、灰	灰白、浅灰	浅灰、灰白、灰	灰、深灰、浅灰
层理			厚层	薄至中层状夹厚层状	块状	厚层至块状	厚层夹中层状
岩石结构			颗粒、粉晶、亮晶	泥晶、粉晶	格壳、骨架、礁角砾	颗粒、亮晶、粘结、泥至粉晶	泥晶、粉晶、亮晶、退变结构
沉积构造			斜层理	微波状层理、微细水平层理	生物原地生长	冲刷、斜层理、小型交错层、虫迹	鸟眼、虫迹、小型交错层理、斜层理
生物化石			蓝绿藻、 、有孔虫、腕足	有孔虫、江珧、海百合茎、腕足、绿藻、珊瑚	红藻、蓝绿藻、海绵、苔藓、腕足、有孔虫	蓝绿藻、 有孔虫、棘皮、腕足、珊瑚、苔藓、腹足	蓝绿藻、 、有孔虫、绿藻、棘皮、鲕鲕、海百合茎

和沼泽相沉积，主要相区为：

(1) 滨岸沉积区　分布于横县、上思以南地区，为滨岸相（Ⅳ）沉积，沉积巨厚，开始为磨拉石沉积，后为滨岸碎屑岩相和沼泽相沉积，生物门类有腕足、瓣鳃、菊石及丰富的植物种群。

(2) 台地沉积区　可分为三种相带

①台盆相（$Ⅲ_1$），系指台地内部最深水部位，基本上绕大明山海岛分布，岩性为深灰色薄层硅质岩、硅质页岩，含放射虫和菊石等化石。

②半局限海台地相（$Ⅲ_2$），分布于滨岸相与潮坪泻湖相间，那陈以西地区。早期沉积浅海相碳酸盐岩，岩性为深灰、灰色、薄层至块状泥（粉）晶生物屑石灰岩、粉晶藻屑石灰岩和亮晶生物石灰岩。晚期沉积为深灰色薄—中层状粉砂质泥岩、泥岩。生物有腕足、瓣鳃及三叶虫等。在那陈一带夹较厚的玄武岩，内含下二叠统石灰岩和硅质岩砾及火山"弹"等。

③潮坪泻湖相（$Ⅲ_3$），分布于凭祥—门东断裂以北地区，早期岩性为砂岩，泥岩夹煤层和铁铝质砂泥岩，厚度变化大（0～52 米），为潮坪亚相。晚期岩性为含泥和燧石等石灰岩或灰质泥岩、泥质灰岩薄层。

3. 早三叠世沉积相

根据沉积环境特征，早三叠世的沉积模式如图 3−4−4 所示，可分为三个沉积区六个相。

(1) 盆地沉积区（Ⅰ）

①浅海陆棚相（$Ⅰ_2$），分布于陶圩，上思及派阳一线以南，在晚二叠世沉积的基础上，早三叠世海水加深，沉积一套黄绿、深灰色砂泥岩和少量砂质泥晶灰岩、生物有瓣鳃及植物碎片，在坳底—大寺一带，早期为一套富含瓣鳃、菊石的陆棚砂泥岩，晚期为一套鲕（豆）粒亮晶灰岩、藻屑石灰岩、泥晶灰岩等浅海滩相沉积；②盆地相（$Ⅰ_1$），分布于上英以东及上思、派阳以北，沉积一套灰—深灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及泥岩，具鲍马序列。砂岩层底面常有重荷模、槽模，槽模方向为 270°，其粒度正态概率曲线及 C—M 图均显示为浊流沉积特征。

(2) 台地边缘沉积区（Ⅱ）　分布于凭祥—东门断裂以南，南接盆地相呈棱形分布。岩性为灰—深灰色泥晶灰岩、泥灰岩、泥岩及角砾状石灰岩，局部有凝灰熔岩、玄武岩等。角砾状石灰岩有原地和异地成因两类，原地成因的板条状角砾石灰岩（或称深水碳酸盐岩角砾岩）中可见角砾呈塑性形变，局部见虫迹和等高流构造。生物局部富集，有瓣鳃、腹足及菊石等化石。为较深水斜坡环境下的重力流沉积。

(3) 台地沉积区（Ⅲ）　①滩相（$Ⅲ_1$），分布于凭祥—东门断裂以北，主要为灰、灰白色亮晶鲕（豆）粒石灰岩、亮晶砂屑石灰岩、泥晶灰岩及泥晶含云（化）石灰岩；②潮坪泻湖相（$Ⅲ_2$），主要为粉晶白云岩和灰质白云岩以及云质石灰岩、亮晶藻屑含云（化）石灰岩、粉晶鲕粒石灰岩；③火成岩相（$Ⅲ_3$），分布于台地沉积区内，往西延入越南境内。我国境内见于念社、平而关一带，岩性为紫灰、浅灰色中—厚层状蚀变酸性熔岩夹熔岩角砾岩，含火山角砾凝灰熔岩，出露厚度达 2378 米，顶部与中三叠统关系不清。

四、沉积相演化

总观晚古生代至早三叠世沉积相的展布特征，沉积相的演化进程如表 3−4−5 所示：早泥盆世早期海水由南往北进侵，北区由海陆过渡相过渡为台地及盆地边缘相，中泥盆世至石炭纪基本上继承早泥盆世后期的沉积环境，唯南区在石炭纪开始上升为陆。早二叠世早、晚

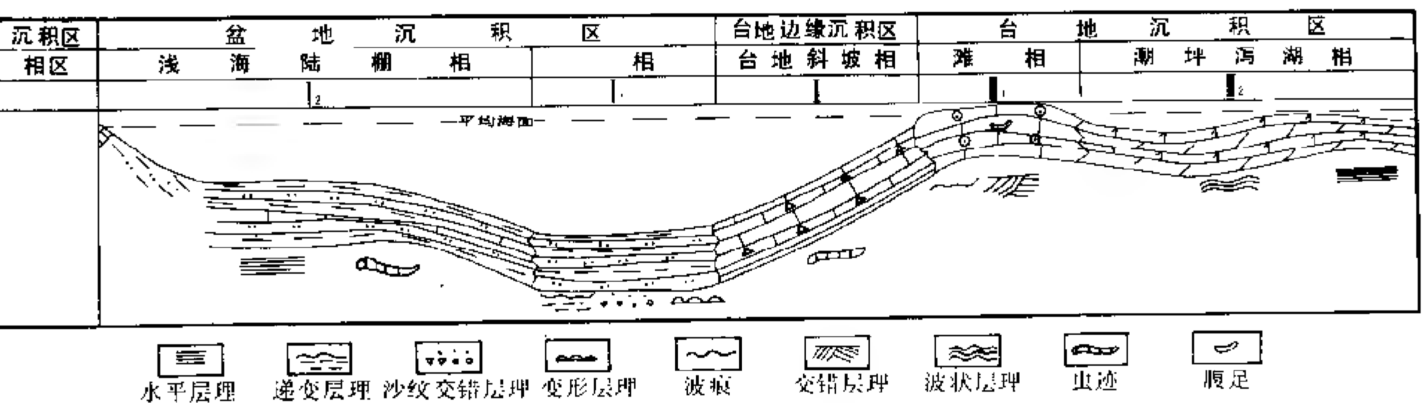


图 3-4-4　广西十万大山盆地早三叠世沉积相模式图

表 3-4-4　十万大山盆地早三叠世沉积相模式图(附表)

沉积区	盆地沉积区		台地边缘沉积区	台地沉积区	
相区	浅海陆棚相	盆地相	台地斜坡相	滩相	潮坪泻湖相
相号	Ⅰ$_2$	Ⅰ$_1$	Ⅱ	Ⅲ$_1$	Ⅲ$_2$
岩石类型	泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥页岩、泥晶灰岩，顶部多为凝灰熔岩	泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩	泥晶灰岩、角砾状石灰岩、页岩	亮晶鲕粒(或砂屑)石灰岩、泥晶灰岩、白云岩	粉晶白云岩、灰质白云岩、云质石灰岩
颜色	浅黄、褐黄色	灰、深灰、灰绿色	灰、深灰色	灰、浅灰、灰白色	浅灰、深灰、浅红色
层理	薄至中层状为主	中至厚层状	薄层夹厚层块状	中至厚层状	中至厚层状
沉积构造	水平层理、水平虫迹、交错层理、包卷层理	递变层理、沙纹交错层理、变形层理、槽模、沟模	水平虫迹、滑塌构造、交错层理	交错层理、水平层理、斜交虫迹、波痕	波状层理、水平层理
生物化石	薄壳海扇、腹足、藻类、植物碎片	菊石、薄壳瓣鳃	菊石、薄壳海扇、瓣鳃	瓣鳃、有孔虫、藻类、腕足	腹足、瓣鳃、有孔虫

期的沉积环境相对稳定，晚期的滩相扩大并发育生物礁。晚二叠世在上思—宁明板昆出现降起，南区钦州—灵山太平一带下陷，沉积巨厚滨岸碎屑岩，北区大新一带上升为准平原，边缘地带沉积铁铝质砂泥岩，在局限海台地边缘地形差异性大，形成岛屿和泻湖、潮坪海湾、一度变为沼泽，成为重要成煤期。

早三叠世海进使大新平原沦于水下，大体以凭祥—东门断裂为界，以北为浅海台地，沉积鲕粒石灰岩、生物屑石灰岩等，南区为浊流盆地，沉积具鲍马序列之砂泥岩，两者间的斜坡带沉积深水碳酸盐岩，云开古陆北侧为浅海陆棚，沉积砂泥岩夹石灰岩。

表 3-4-5　广西十万大山盆地晚古生代至早三叠世沉积相演化表

时代 \ 沉积相 \ 地区	大新	崇左	柳桥	上思	南晓	小董	钦州
早三叠世	台地	台地斜坡		盆地	浅海陆棚		云
晚二叠世	平原	潮坪泻湖	半局限海台地		滨岸		开
早二叠世茅口期 / 早二叠世栖霞期	开放泻湖	浅滩	生物礁 / 凹槽台地	浅滩 / 潮坪泻湖	滨岸		古
石炭纪	台地边缘			盆地			陆
中晚泥盆世	台地	台地边缘		盆地			
早泥盆世		盆地边缘		盆地			

第四节　构　　造

一、构造特征

十万大山盆地位于华南加里东褶皱系和钦州华力西褶皱带的接合部位（图 3-4-5），其间以十万大山基底大断裂为界。造成盆地南北两个区域的构造发展、沉积建造和岩浆活动等的明显差异。

研究十万大山盆地下伏基底地层的分布、组合特征和构造特征等，当前主要依据地震资料。已有地震剖面划分为六个反射波组，其中以 T_5 和 T_6 两波组的反射能量最强，可进行区域追踪。

根据盆地及毗邻地区区域地质和地震反射波组的自身特征，确定出各个地震层序的地质含义如表3—4—6所示。通过钻探已部分得到证实

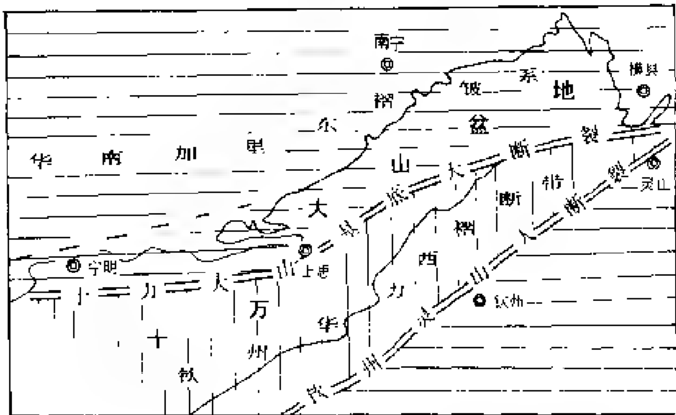


图3-4-5 广西十万大山盆地大地构造位置示意图

表3－4－6 广西十万大山盆地地震层序的地质含义一览表

地层(N)	构造层和构造运动	反射波组	地震层序	构造层和构造运动	地层(S)	类型
第三系			I	喜山构造层	第三系	盆地盖层
～～～	～～ 燕山运动 ～～		～～～	～～ 燕山运动 ～～	～～～	
白垩系	燕山一幕		II	燕山构造层	白垩系	
侏罗系					侏罗系	
		T_5	III		上三叠统	
			～～～	～～ 印支运动 ～～		
中三叠统	印支构造层		IV	印支构造层	下三叠统	盆地基底 上构造层
下三叠统					上二叠统	
上二叠统						
－－－－	东吴上升		－－～～	～～ 东吴运动 ～～		
下二叠统	华力西构造层		V	华力西构造层		
石炭系					石炭系	
泥盆系					泥盆系	下构造层
～～～	～～ 广西运动 ～～	T_6	～～～			
寒武系	加里东构造层		VI　VI′		志留系	

1. 基底特征

十万大山盆地的基底为双层结构。以十万大山基底大断裂为界（图3-4-5），盆地南部和北部的基底结构又有所差异。

(1) 盆地北部基底　下古生界即地震Ⅵ层序（表3-4-6），组成基底下构造层，其顶界（加里东期剥蚀面）呈平缓南倾，具近东西向线状褶皱和断块隆起。基底上构造层由上古生界至中三叠统（即地震Ⅳ、Ⅴ层序）组成，顶面（印支期剥蚀面）平缓。上、下构造层间呈不整合。

(2) 盆地南部基底　基底下构造层，由志留系、泥盆系及石炭系即地震Ⅵ′层序组成。志留系和泥盆系为厚度巨大的碎屑岩建造。基底上构造层，由上二叠统巨厚的磨拉石堆积和下二叠统砂、泥质岩即地震Ⅳ层序组成。上、下构造层间呈不整合。

(3) 十万大山基底断裂的地球物理特征　十万大山基底断裂在地震剖面上具有波组产状突变、强振幅绕射波以及高能量断面波等显示，在1∶10万的布伽重力异常图上出现异常梯度密集带，两侧异常差高值达20毫伽。本断裂为盆地南部和北部不同基底的分界线。

盆地基底埋深和起伏形态如图3–4–6所示。

编号	局部圈闭名称
1	上[illegible] [illegible]
2	[illegible]大
	[illegible]
4	[illegible]西
5	[illegible]安
6	[illegible]
7	西[illegible]
8	上思
9	那[illegible]
10	[illegible]

图3–4–6　广西十万大山盆地基底埋深及局部圈闭分布图

2. 盖层构造

盆地盖层由上三叠统及侏罗、白垩系陆相地层组成。宁明、上思地区有第三系分布（详见第四篇）。受基底起伏影响，盆地中部存在那琴凸起，其东、西两凹陷盖层构造有差异(图3–4–6)。

盆地西区，盖层构造总体上呈东西向不对称向斜，轴部偏北。南翼倾角一般为15°～25°，靠盆地南缘受断层影响而变陡或倒转。北翼倾角一般为25°～40°，往北靠盆地北缘逐渐变缓，发育北东、北西向两组断层，前者多为压性逆断层，后者则多属左旋张性断层，错断前一组断层，沿断裂带断续分布第三纪盆地。

盆地东区盖层构造总体中呈北东向、北缓南陡之不对称向斜，轴部偏南，南翼倾角一般大于40°，常见地层直立和倒转，北翼倾角一般为15°～20°，发育北东向和北西向两组断层，盆地南缘与印支期火成岩体断层（逆断层为主）接触，北缘超覆不整合于基底之上。盆地东、西两区的地质特征，见表3–4–7。

盆地东界为北西向天马—莲塘大断裂，白垩系直接与寒武—泥盆系接触，断距南大北小，垂直断距大于4000米。

二、构造单元划分

根据印支期不整合面（侏罗系或上三叠统与下覆海相地层之间的界面）之起伏形态，十

万大山盆地自北而南可划分为北部斜坡带、中部隆起带和南部坳陷带三个二级构造单元（图3-4-7）。

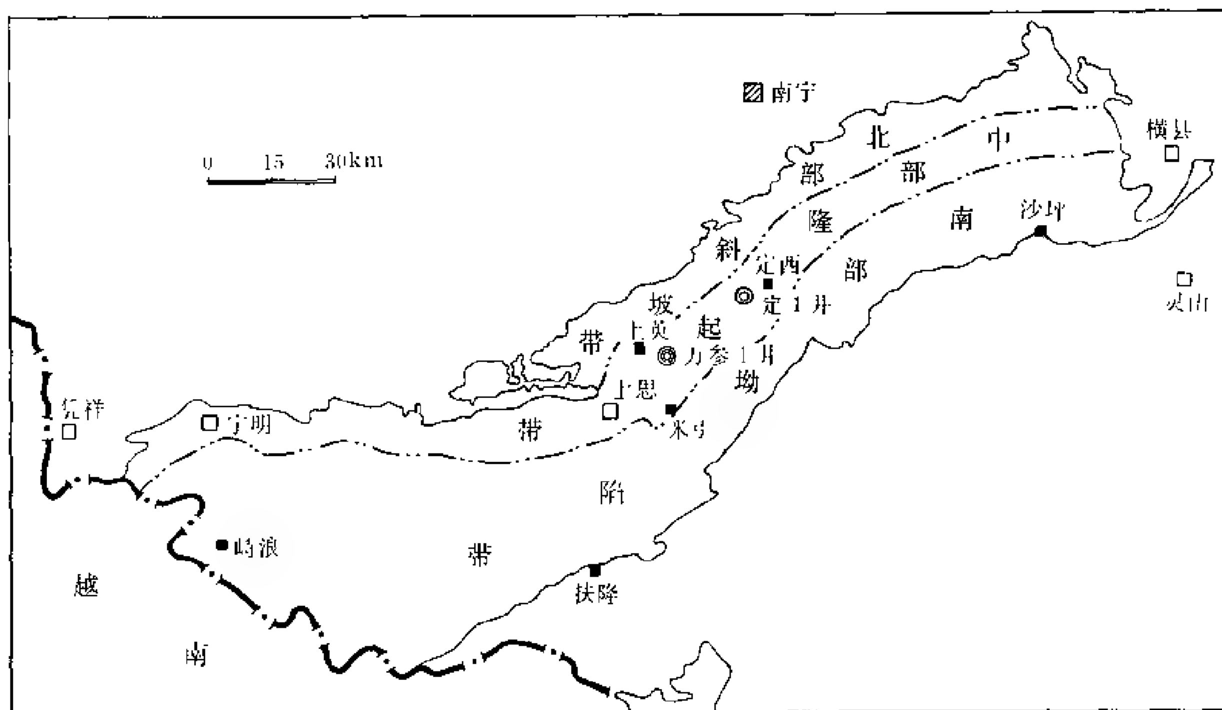


图 3-4-7　广西十万大山盆地构造单元划分图

表 3-4-7　广西十万大山盆地东、西两区地质特征对比简表

特征		西区	东区
盖层	地层	上三叠统 — 白垩系	侏罗系 — 白垩系
	接触关系	均为连续沉积、整合接触	白垩系与侏罗系间呈不整合接触
	累积厚度	13526m	7970m
	沉积中心	自南往北迁移	自北往南迁移
	湖盆发育最盛期	侏罗纪	早白垩世
	构造	构造线呈东西向，向斜轴偏北	构造线呈北东向，向斜轴偏南
基底	最大埋深	>7000m	7000m
	上构造层	具中三叠统	缺失中三叠统
	下构造层	主要为华力西期褶皱基底	主要为加里东期褶皱基底

北部斜坡带：位于盆地东部北侧，宽10～20公里，面积1750平方公里，印支期不整合面平缓南倾，倾角5°～7°，为宽缓的斜坡带。

中部隆起带：为斜坡与坳陷之转折带，华力西期和印支期先后均为隆起区。属继承性古隆起带，宽10～15公里，面积3010平方公里。印支期剥蚀面具有许多局部隆起呈串珠状分布，如上英—古律、定西、西宁、引米等局部构造隆起（图3–4–6）。

南部坳陷带：大体上位于十万大山基底断裂之南，是一个以南倾为主的深凹陷，燕山期沉降幅度最大在7000米以上，一般在5000米左右。凹陷南翼陡峭狭窄，为盆地断陷区，面积6765平方公里。

三、构造演化

1. 基底演化

十万大山盆地在成盆前大体上经历了基底分异、隆起和坳陷等几个过程（图3–4–8）。

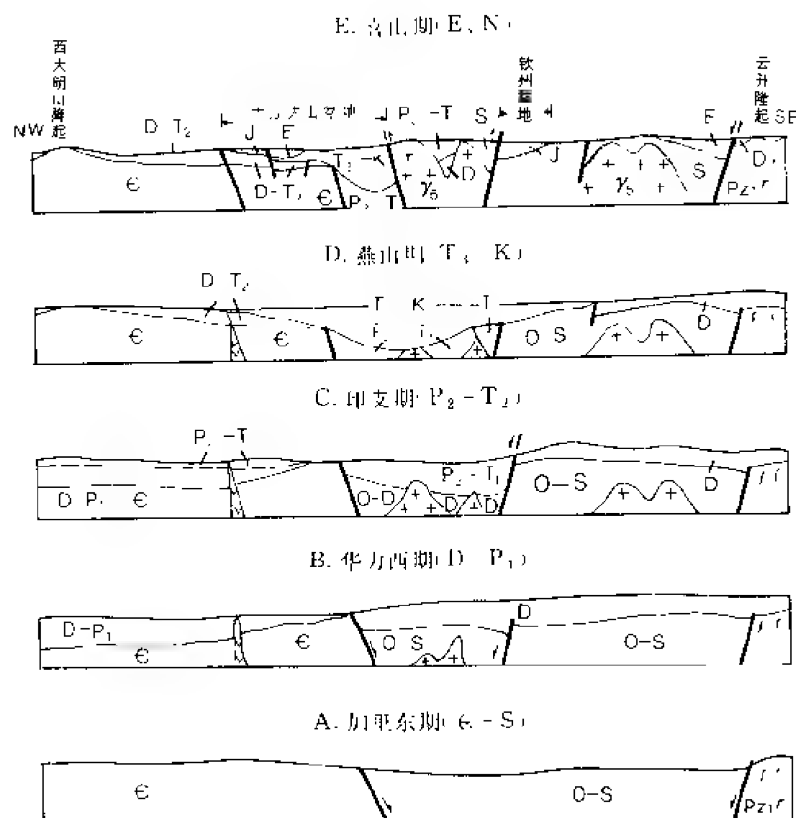


图3–4–8 广西十万大山盆地构造发展示意图

寒武纪为统一的冒地槽区，寒武纪末由于地壳断裂产生十万大山基底大断裂，从此开始基底分异。早期加里东运动导致断层以北地区抬升，断层以南继续下陷接受地槽型沉积。志留纪末期晚加里东运动（广西运动）使华南广大地区褶皱回返结束地槽型沉积，形成加里东褶皱基底，并从此转化为地台型沉积。但在十万大山基底大断裂以南，钦州 灵山大断裂以

西地区却仍然保留局部断陷，形成楔状、向西南延伸的残留海槽，在志留系之上连续沉积了泥盆系，并伴随着中性火山喷发。泥盆纪早期海水向外扩展，泥盆纪沉积向北不整合覆于寒武系和向东不整合覆于志留系之上。华力西中期，钦州海槽关闭上升隆起成为云开陆地的组成部分，除局部地区沉积石炭系外，隆起区基本上无石炭—早二叠世的沉积。华力西晚期的东吴运动，形成华力西褶皱基底。在晚二叠世早期，沿钦州—灵山断裂带发生断陷，接受巨厚的磨拉石沉积，并伴随有多次水下酸性火山岩喷发，东吴运动在这一地区以强烈下陷为特征。

十万大山基底大断裂以北地区，自泥盆纪早期始，由陆源碎屑沉积渐转为稳定型浅海台地相碳酸盐岩沉积，并延续至早二叠世。泥盆纪中晚期至早石炭世先后有五次基性、中基性海底火山喷发，接着地壳上升为陆而一度中断沉积。晚二叠世接受了厚度不大的滨海—浅海相硅质泥岩和碳酸盐岩沉积，沿凭祥—东门断裂带发生基性火山岩喷发，东吴运动在此区表现为上升性质，造成上、下二叠统的平行不整合。

早三叠世，盆地南北区趋于统一，但由于中部隆起带的分隔造成岩相分异，南区为浅海和浊积型砂泥岩夹部分碳酸盐岩，末期有酸性火山岩。北区主要为浅海相碳酸盐岩沉积，同时受凭祥—东门断裂控制，产生断层北侧为碳酸盐岩相，南部为砂、泥岩相的沉积分异；以及中晚期在断裂带以南发生基性火山喷发和晚期在断裂带以北发生中酸性火山喷发的岩浆分

烈剥蚀，尔后在南东—北西方向的压应力作用下，中部断隆向两翼相对反冲，老地层逆掩于侏罗、白垩系之上，同时在横县一带产生北西向、左旋扭张性断裂，形成分隔十万大山盆地和桂平盆地的横县断垒，从而奠定现今构造盆地格局。

早第三纪早期的喜马拉雅运动一幕以断裂活动为特征，在盆地边缘，特别是在西凹陷北部隆起带上产生张性断裂，形成东西向、断续展布的第三纪断陷盆地即宁明、上思盆地（图3-4-1）（详见第四篇）。

第五节 生 油 层

一、油气显示

盆地北部边缘具有众多油苗和沥青分布，盆地内万参1井亦见及油、气和沥青显示，总计达100处，（参见表3-4-8）产出层位以下三叠统和下二叠统为多，产出岩性以碳酸盐岩为主，次为碎屑岩，个别产于火山岩中。典型的油气显示如下：

表3-4-8 广西十万大山盆地油气显示统计简表

层位	∈	D	C_2	P_1q	P_1m	P_2	T_1	T_2	J	注
油苗		/1			2/		37/	1/		地面/井下
气苗									/1	
沥青	/1	/1	/1	/4	25/	10/	15/		/2	

(1) 江州六板油苗　产于中三叠统酸性喷发岩的气孔、晶洞及裂隙中，轻质油、重质油与固体沥青共生。油苗的红外光谱与下三叠统油苗的红外光谱相同。产地附近见一条长达30米、宽0.5厘米的裂隙为石英斜长石斑岩碎屑、方解石和软沥青所充填，原油呈星点状分布于空洞中。据荧光薄片鉴定，喷发岩的油苗来自下部碳酸盐岩。

(2) 邕宁岜西油苗　产于下三叠统碳酸盐岩的溶孔、白云岩晶间孔、化石体腔孔和裂隙中，属轻质油与固体沥青共生，呈层状分布。

(3) 邕宁吴圩平花油苗　产于下二叠统茅口组石灰岩的晶洞、裂隙及孔隙中。

(4) 亭亮吊统固体沥青　在茅口组上部80余米厚生物碎屑石灰岩的孔隙及化石体腔中普遍含沥青。

(5) 亭亮老虎山沥青　产于茅口组生物礁礁核中，大小孔洞普遍为沥青充填。曾见一处8×20平方厘米的孔洞为沥青填满。硬沥青与粉状沥青共生。

(6) 万参1井油气显示　井深1817～1821米的中泥盆统（?）白云岩的裂隙及方解石脉中，用荧光照射发现含油（或油斑）白云岩岩屑70颗。钻进至井深1873.08米时，在井口技术套管与表层套管的环形空间发现可燃气，主要成分为甲烷。在井深546～548、1190～1873.03米以及2161～2780.67米等井段，共有31处岩屑见沥青充填。

按照物理化学性质的不同，油气苗和沥青可划分为六种类型。

(1) 轻质油　黄褐、浅橙黄及黄绿色，粘度小，易挥发，烷烃色谱特征与附近同层位生油岩分散有机质的色谱特征相似（见表3–4–9）。

表3–4–9　广西十万大山盆地油苗与生油岩分散有机质色谱特征对比表

<table>
<tr><th>样品编号</th><th>样品性质</th><th>产地</th><th>层位</th><th>碳数范围</th><th>主峰碳数</th><th>Pr / Ph</th><th>Pr / C_{17}</th><th>Ph / C_{18}</th><th>峰形特征</th></tr>
<tr><td>P52</td><td rowspan="5">油苗</td><td rowspan="4">邕宁</td><td rowspan="6">T_1</td><td>C_{11}–C_{29}</td><td>C_{13}</td><td>0.59</td><td>0.57</td><td>1.32</td><td>单峰</td></tr>
<tr><td>1</td><td>C_{14}–C_{32}</td><td>C_{19}</td><td>0.77</td><td>0.55</td><td>0.64</td><td>双峰</td></tr>
<tr><td>23C</td><td>C_{14}–C_{32}</td><td>C_{18}</td><td>0.87</td><td>0.39</td><td>0.46</td><td>单峰</td></tr>
<tr><td>23F</td><td>C_{14}–C_{32}</td><td>C_{19}</td><td>1.12</td><td>0.56</td><td>0.54</td><td>双峰</td></tr>
<tr><td>P23</td><td>崇左古坡</td><td>C_{13}–C_{32}</td><td>C_{18}</td><td>0.77</td><td>0.42</td><td>0.48</td><td>双峰</td></tr>
<tr><td>S–20</td><td>生油岩</td><td>崇左城北采石场</td><td>C_{14}–C_{32}</td><td>C_{18}</td><td>0.89</td><td></td><td></td><td>双峰</td></tr>
</table>

(2) 重质油　褐色、黑褐色、粘度大，有时呈胶液状，不易挥发。可与轻质油共生，可能是轻质油挥发、氧化后的产物。

(3) 软沥青　黑色、质软或呈胶结状，易污手、具油味，多与油苗共生，仅见于三叠系。

(4) 硬沥青　黑色、质硬，见壳断口，光泽较亮，不污手，无油味。为原油热变及氧化产物，主要产于二叠系。

(5) 粉状沥青　黑色、质松，呈粉状，易污手，无油味，为硬沥青的风化产物，主要产于二叠系。

(6) 天然气　可燃，主要成分为甲烷。

油气显示特征表明，下三叠统以前的油气成熟度比较高，二叠系产出的固体沥青，碳化程度高，H／C原子比低，O／C原子比高。

二、生油岩

1. 生油岩的划分和丰度指标

由于实际资料丰富程度和研究程度的不同，不同层位生油岩的划分标准和方法也不同。泥盆、石炭系生油岩划分标准见第二篇第二章表2–2–3所列。按此标准泥盆系具有碳酸盐

岩类Ⅰ级生油岩厚111～114米，Ⅱ级22～684米；泥质岩类生油岩Ⅰ级0～21米，Ⅱ级9～153米。石炭系下统碳酸盐岩生油岩Ⅰ级厚310米，Ⅱ级厚155米，中上统碳酸盐岩生油岩Ⅰ级厚0～295米，Ⅱ级厚29～146米。

对二叠系和下三叠统生油岩的研究较为详细，在研究过程中考虑到本区成熟度高，生油岩的残余丰度已不再能代表原始丰度，因此应用干酪根热解试验资料，根据干酪根热解累积产率曲线和干酪根热解残余的相应关系进行换算，把生油岩残余丰度恢复成原始丰度，用原始干酪根含量作为生油岩有机质丰度的指标，计算出各类生油岩在不同成熟度下原始干酪根含量的门限值，如表3—4—10、3—4—11所列。

表3－4－10 广西十万大山盆地确定碳酸盐岩生油岩原始干酪根含量门限值表

成熟度		干酪根类型 / 指标类别 / 热解温度（℃）	腐泥型（Ⅰ）		腐植－腐泥型（$Ⅱ_A$）		混合型（$Ⅱ_B$）		备注
			$K_{原}$(%)		$K_{原}$(%)		$K_{原}$(%)		
			油	烃	油	烃	油	烃	
未成熟		<200							1.表中"烃"系指油和气 2.$K_{原}$有两种含义：一是指生成0.42kg/t烃所需原始干酪根含量；二是指生成0.36kg/t油所需原始干酪根含量，分别以烃和油表示
成熟	生油门限	200	2.75	3.13	2.49	2.88	2.28	2.66	
	早期	250	0.82	0.89	0.80	0.90	0.78	0.91	
		280	0.17	0.19	0.19	0.21	0.22	0.24	
	生油高峰	300 320	0.07	0.08	0.10	0.10	0.14	0.14	
	晚期	350	0.06	0.07	0.08	0.07	0.11	0.08	
过成熟	早期	450	0.06	0.05	0.08	0.06	0.10	0.07	
	晚期	600	0.06	0.05	0.08	0.06	0.10	0.07	

本区二叠系及下三叠统生油岩有两大类，一是暗色细结构碳酸盐岩，广泛分布于下二叠统至下三叠统中；二是暗色泥质岩，仅见于上二叠统及下三叠统。

碳酸盐生油岩主要由灰色，深灰、灰黑色泥晶灰岩、粉晶藻屑石灰岩、生物屑泥、粉晶灰岩及粉晶白云岩等组成。泥质岩生油岩由灰色、深灰色泥页岩和含粉砂质泥岩组成。

生油岩分布受盆地基底大断裂和沉积相的控制。碳酸盐岩生油岩分布于盆地北区，主要分布在碳酸盐台地内的凹槽台地相、开放泻湖相、潮坪泻湖相，台地斜坡相以及靠近凹槽台地相区的兰绿藻低能滩相内。在柳桥—那派—那陈至中山一带，下二叠统至下三叠统的生油岩沉积中心大致重合，叠加厚度达400～900米，约占地层厚度的50～80%。在凭祥、宁明、龙州一带各层系生油岩厚度分别在200米以上，但各层系的沉积中心不重合，叠加总厚度一般小于500米。在凭祥—东门断裂以南地区下二叠统泥质岩生油岩主要分布于浊流相和

浅海陆棚相区，其次为台地斜坡相区。在凭祥、宁明和峙浪一带形成厚达200～400米生油岩沉积中心，占地层厚度的8～42%。上二叠统泥页岩生油岩主要分布于盆地南区大寺、大直和小董一带的滨岸碎屑—滨岸沼泽相区内，厚达500～1500米，占地层总厚的15～37%。

表3-4-11　广西十万大山盆地确定泥质岩生油岩原始干酪根含量门限值表

成熟度		热解温度(℃) \ 干酪根类型 / 指标类别	腐泥型(I) $K_{原}$(%)		腐植-腐泥型(II_A) $K_{原}$(%)		混合型(II_B) $K_{原}$(%)		备注
			油	烃	油	烃	油	烃	
未成熟		<200							1.表中"烃"系指油和气 2.$K_{原}$有两种含义：一是生成1.44kg/t烃所需原始干酪根含量；二是指生成1.25kg/t油所需原始干酪根含量，分别以烃和油表示
成熟	生油门限	200	9.54	10.75	8.65	9.86	7.91	9.11	
	早期	250	2.86	3.05	2.77	3.08	2.69	3.10	
		280	0.57	0.65	0.66	0.73	0.78	0.82	
	生油高峰	300、320	0.25	0.27	0.33	0.35	0.48	0.48	
	晚期	350	0.22	0.22	0.28	0.25	0.38	0.29	
过成熟	早期	450	0.21	0.18	0.27	0.21	0.36	0.24	
	晚期	600	0.21	0.18	0.21	0.20	0.35	0.23	

各层系生油岩的有机质丰度如表3-4-12所列。泥质岩生油岩的有机质丰度比碳酸盐岩高。在碳酸盐岩中，下二叠统栖霞组的丰度比茅口组高，这是由于在栖霞期凹槽台地相的分布范围较宽，有利于生油岩发育。

2. 生油岩有机质类型

生油岩的有机质类型主要是指生油母质——干酪根的类型，一般根据干酪根的地球化学、物理化学特征进行划分。可溶性沥青多属于干酪根的热解产物，它具有生油母质的一定特性，故亦可作为划分干酪根类型的一项参数。

本区生油岩有机质成熟度高，干酪根的元素组成和结构已发生极大变化，某些划分干酪根类型的指标如H/C原子比等已失去效应，但氯仿沥青、红外光谱却能随有机质类型的不同而表现出规律性的变化。腐泥型有机质的红外谱图中吸收强的峰，多与烷烃中某些基因有关，D1460/D1600大于10。在腐植腐泥型和混合型有机质的红外谱图中，与芳香烃有关的某些基因吸收峰则相对增高，烷烃不断裂解而甲烷化，芳香烃则不断聚合成缩合芳香烃，使Ⅰ、Ⅱ型有机质的红外谱图特征在高成熟和过成熟阶段出现明显差异，从而氯仿沥青红外光谱可作为划分本区有机质类型的有效标志。

干酪根电镜扫描能直观有效地划分有机质类型，腐泥质一般显示为絮状；腐植型则由壳质体、镜质体等组成，呈棒状、棱角状等。在电镜扫描照片中可直接观察到腐泥质与腐植质在干酪根中的相对含量，进而划分干酪根类型。

表 3-4-12　广西十万大山盆地生油岩有机质丰度表

层位	岩　性	原始干酪根含量(%)		有机碳含量(%)	
		一　般	最　大	一　般	最　大
T_1	碳酸盐岩	0.1～0.9	1.13	0.04～0.13	0.16
	泥质岩	1.0～2.7	2.75	0.14～0.25	0.31
P_2	碳酸盐岩	0.5～2.0	4.19	0.05～0.50	1.13
	泥质岩	1.0～5.0	6.06	0.20～0.60	0.84
P_1m	碳酸盐岩	0.1～0.5	0.65	0.02～0.04	0.07
P_1q	碳酸盐岩	0.1～0.6	3.12	0.04～0.06	0.48

岩石热解的类型指数 S_2/S_3 在本区偏低，绝大多数生油岩的 S_2/S_3 值小于 0.8。这是由于成熟度高，残留在生油岩中的可裂解烃（S_2）所剩无几，S_3 又因后期氧化而增高，以致 S_2/S_3 值很低。但根据未成熟生油岩热解资料和同一样品的岩石热解及干酪根热解资料，可把 S_2 恢复成原始可裂解烃 S_0，在后期氧化不十分严重的情况下，S_0/S_3 尚有一定的参考价值，亦可作为划分有机质类型的辅助指标。

综合上述三项（氯仿沥青红外光谱、干酪根电镜扫描和 S_0/S_3）指标，结合沉积环境分析，本区海相生油岩的干酪根类型可划分为腐泥型（Ⅰ）、腐植—腐泥型（$Ⅱ_A$）及混合型（$Ⅱ_B$）三种（表 3-4-13）。

表 3-4-13　广西十万大山盆地干酪根类型划分表

干酪根类型		氯仿沥青红外光谱 (D1460/D1600)	干酪根电镜扫描	岩石热解 (S_0/S_3)	沉　积　环　境
腐泥型	Ⅰ	>10	无定型腐泥类干酪根	>2.5	台地开放泻湖相滩相
腐植—腐泥型	$Ⅱ_A$	3～10	无定型腐泥类为主，夹棒状棱角状腐植类干酪根	2.5～2.0	半局限海台地相，凹槽地相，浊流相、浅海陆棚相、台地斜坡相、滩相
混合型	$Ⅱ_B$	1～3	腐植质与腐泥质含量相近	2.5～2.0	潮坪泻湖相滨海沼泽相

各类型干酪根的分布特点是：下古生界干酪根类型以Ⅰ型为主，上古生界以$Ⅱ_A$型为主，中生代陆相地层以$Ⅱ_B$型为主。

3. 有机质成熟度

根据各层系的干酪根、氯仿沥青、固体沥青和煤等各项分析资料，古生界及下三叠统生油岩的有机质，均进入成熟晚期和过成熟早期热演化阶段。镜质体反射率（R_o）一般为1～2，少数大于2，牙形刺色变指数（CAI）为±2～4⁻，红外光谱和有机差热特征如图3-4-9所示。据此可划分为成熟和过成熟两阶段。在成熟阶段中以生油高峰为界，之前为成熟早期（$Ⅱ_1$），之后为成熟晚期（$Ⅱ_2$）。本区生油岩均已进入成熟晚期甚至过成熟早期阶段。根据资料在成熟晚期内进一步细分成$Ⅱ_2^1$、$Ⅱ_2^2$和$Ⅱ_2^3$三部分，其中$Ⅱ_2^1$、$Ⅱ_2^2$相当于原油高成熟阶段，$Ⅱ_2^3$相当于凝析油、湿气阶段。划分成熟期的各项指标如表3-4-14所示。依据表中所列生油岩的最大埋藏深度为标准，对本区各层系生油岩进行了成熟度程度划分，共分为$Ⅱ_2^1$、$Ⅱ_2^2$、$Ⅱ_2^3$及Ⅲ四个阶段。其中$Ⅱ_2^1$仅见于下三叠统生油岩，其它层系生油岩成熟度处于$Ⅱ_2^2$—Ⅲ间。

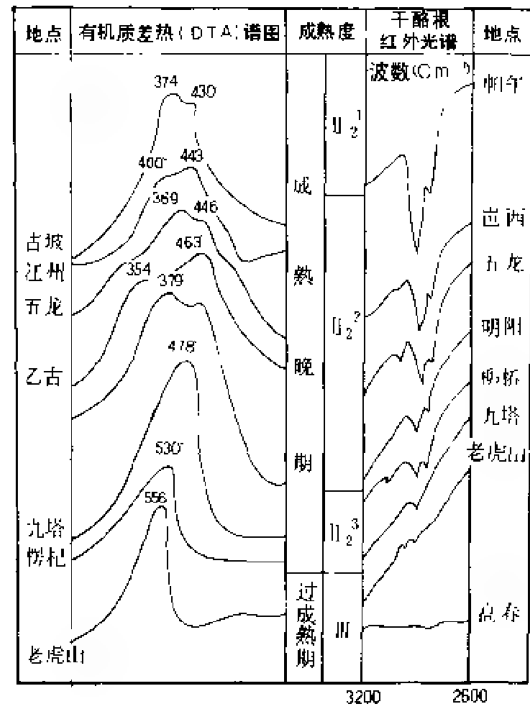


图3-4-9 广西十万大山盆地古生界及下三叠统不同成熟度的红外光谱和差热特征图

成熟度总的变化趋势是由北向南增高，这与上覆地层总厚度由北向南增厚的趋势一致。

盆地南部，沿钦州—灵山断裂带分布大面积的华力西—印支期（以印支期为主）侵入岩体，使围岩发生蚀变，蚀变范围内有宽10米、部分200～800米的角岩化。盆地外围的志留系内有宽达4公里的变质带，这些热变因素有可能影响有机质的演化。但热解分析结果表明，岩浆入侵所引起的有机质热变质的程度和范围比较有限。例如盆地南侧的坳底剖面，与台马岩体呈侵入接触的下三叠统石灰岩，最高热解温度为473°～481℃，尚属凝析油—湿气期。又如盆地北侧江州一带，二叠纪喷发岩气孔中有较多油苗。在古坡雁楼下三叠统酸性火山岩内的石灰岩夹层中的三个分析样，岩石最高热解温度分别为458℃、453℃和442℃，仍处于生油阶段。与周围地区相应地层的成熟度并无明显差异。由此可见火成岩体对有机质热演化的影响作用并不大。另一方面，岩浆活动期主要发生在海相生油岩沉积之后和主要生油期（燕山期）之前，因此，本区岩浆活动对有机质热演化的作用一般不大。

按照D.W.Waples油气形成阶段的*TTI*值划分方法，选取$R_o=0.65$为生油开始门限值，$R_o=1.0$为生油高峰值，$R_o=1.30$为生油结束门限值，以盆地北部为代表，确定出各层系生油岩之生油期如表3-4-15所列。泥盆、石炭系生油岩在印支运动之前已完成生油过程。二叠系和下三叠统的主要生油期为侏罗纪。在盆地南部由于晚二叠世沉积厚度大达5000多米，因此该区上二叠统生油岩的成油期远比北部为早。

综合生油岩的有机质丰度、类型及成熟度等资料，下三叠统的生油条件最好，其次为下

表 3-4-14　广西十万大山盆地有机质成熟度特征对比表

成熟度			类型	红外光谱特征 氯仿沥青 D740/D720	720cm^{-1}峰形	D740、D800、D860特征	D1460、D1600	干酪根 D2850—2920	DTA 后峰温(℃)	最高热解温度(℃)	CAT 指数	镜质体反射率 R_o(%)	沥青反射率(%)	H/C 干酪根	H/C 沥青	最大埋深(m)	油气显示	主要烃类
成熟	晚期	II$_2^1$	1	>1或≃1	单峰	D740≈D800≈D860	>3	0.15～0.10	400～500	435～455	2	0.95～1.35	0.95～1.35	1.10～0.58	1.45～0.66	3100～3770	油苗较多	油
			2	<1	双峰	D740≈D800≈D860												
		II$_2^2$	3	<1	双峰	D740>D800>D860		0.10～0.07		455～540	3	1.35～2.0	1.35～2.50	0.58～0.50	0.66～0.55	3770～6770	沥青油苗为可见	气
			4	<<1或<1	单峰	D740>D800>D860												
		II$_2^3$	5	<1或≃1	单峰	D740>>D800>D860		0.07～0.05	500—550						0.55～0.50			凝析油湿气
过成熟		III	6	>1或≃1	单峰	D740占绝对优势	>3	0.05～0	>550	>540	>3	>2	>2.5	>0.5	>0.5	>6770	未见油苗	干气
			7	>>1	单峰	D740>>D800>D860 出现3050cm^{-1}峰	1～3											

表 3-4-15　广西十万大山盆地各层系生油岩成油期限表

层位	开始生油	生油高峰	生油结束	湿气结束
T	J_2 初	J_3 末	K_2 初	
P_2	T_3	J_2	K_1	K_2 末
P_1	T_1 末	J_1 初	J_3 初	K_2 初
C_{2-3}	P_1 初	P_2	T_2 初	T_2 末
C	C_2	P_1 初	T_1	T_2 初
D_3	C_1 初	C_1 末	C_2 末	P_1 初
D_2	D_3 末	C_1	C_1 末	C_2 末
D_1	D_2 末	D_3 中-末	C_1 初	C_1 末

二叠统栖霞组。碳酸盐岩的生油条件又比泥质岩优越，泥质岩则生气条件比碳酸盐岩优越，生气条件以上二叠统最好、其次为下二叠统。

4.　盆地沉积层具生油可能性

盆地沉积盖层（T_3–K）地表所见虽然多以红色为主，代表干燥氧化环境的碎屑岩，但亦可零星见及不少反映温湿、还原或半还原环境的暗色泥质岩和煤线。如扶隆坳剖面，平垌组（T_3p）见 12 米厚的碳质页岩及灰色泥岩，以及厚 47 米之灰黑色泥岩夹砂岩层，百姓组（J_1b）见 18 米厚灰黑色泥岩、粉砂岩夹煤线，含黄铁矿结核等。位于那琴凸起北部隆起带上的方参 1 井井下侏罗系见暗色泥质岩总厚达 197 米，单层厚可达 20 米，含少量有机质。上述所见均地处盆地边缘，往湖盆中心沉积环境向还原条件过渡。在研究东凹陷定西圈闭Ⅱ层序地震相过程中，发现凹陷中心具有深湖—半深湖相沉积的地震讯息，这些层位尚未暴露地表，且埋藏较深，具有生油潜力且已达到成熟条件。据此推断，盆地沉积盖层（T_3–J）在凹陷深部可能存在生油岩系，尚待进一步钻探证实。

第六节　储盖组合及圈闭

一、储集层

储集岩可分碳酸盐岩和碎屑岩两大类。

本区碳酸盐岩储集层具有多种岩性和孔隙类型（见表 3-4-16），分布于泥盆系至下三叠统，主要层位为下二叠统和下三叠统。

碎屑岩储集层主要为细砂岩和粉砂岩，分布层位有上寒武统、下泥盆统，上二叠统和下三叠统等海相碎屑岩，以及上三叠统、侏罗系等陆相碎屑岩。

各层系储集层的厚度和孔线值见表 3-4-17。

储集层分布受十万大山基底大断裂和沉积相的控制。泥盆系储集层主要分布在基底断裂

表 3-4-16 广西十万大山盆地碳酸盐岩储集层特征

岩性	分布层位	厚度(m)	孔隙类型	孔隙度(%)
生物礁灰岩	P_1m	89.2~271.5	生物骨架孔、体腔孔、晶洞孔、溶蚀孔、粒间孔	0.3~12.[illegible]
鲕粒石灰岩	T_1 P_1	2.3~215.6 3.1~25.5	负鲕孔、铸模孔、粒间孔、粒间溶孔	0.4~2.8
生物碎屑石灰岩	$D-T_1$	1.5~161.6	粒间孔、体腔孔、溶蚀孔、遮蔽孔	0.2~16.0
亮晶藻屑石灰岩	$D-T_1$	1.6~248	粒间孔、溶蚀孔	0.2~10.3
砾屑石灰岩	T_1、P_1m	5.7~142.4	砾间孔、溶蚀孔	
粉晶白云岩	T_1、P_1、C、D	1~236.6	云化晶间孔、溶蚀孔	1.0~19.0

表 3-4-17 广西十万大山盆地储集层参数统计表①

层位	储集层类型	储集层厚度(m)	孔隙度(%)	孔线值(m)	备注
J	砂岩	2300	17~28.4		P_2 砂岩厚度最大达 2245m
T_3	砂岩	3500	9~11.9		
T_1	砂岩	50~150	9.4~33.0	2~43.3	
	碳酸盐岩	100~300	0.4~25.4	1~7.4	
P_2	砂岩	20~1000	9.6~24.2	0.1~200	
	碳酸盐岩	20~60		0.1~0.5	
P_1m	碳酸盐岩	100~150	0.3~19.0	1.0~1.5	
P_1q	碳酸盐岩	80~120	0.2~16.0	0.8~1.6	
C_{2+3}	碳酸盐岩				
C_1	碳酸盐岩	555		6.9	
D_3	碳酸盐岩	378	1.9	7.3	
D_2	碳酸盐岩	20~135	1.8	0.36~2.4	
D_1	碳酸盐岩	40~210	1.8	0.72~3.77	
	砂岩	41~96	11.3	5.1~8.49	
S	砂岩				

①孔线值的含义是：储层厚度（m）乘以储层的孔隙度（%）值。

以北的碳酸盐台地和台地边缘相沉积区。石炭系和下二叠统储集层仅限于基底古隆起以北区域，下二叠统储集层主要发育于礁滩相或滩相，以及潮坪泻湖相区域。茅口组储集层厚为100～302米，孔线值为0.5～9米，储集层发育中心主要在宁明、崇左至山圩一带，栖霞组储集层厚为80～160米，孔线值为0.4～1.8米，储集层发育中心位于宁明、龙州和江州之间，以及上思三化至大塘一带。

上二叠统储集层主要分布于基底大断裂以南地区。在滨岸相区发育碎屑岩储集层，在大直一带最厚可达2245米，孔线值达400米，渗透率为$1.2～1.73\times10^{-3}\mu m^2$。在北部区，储集层以碳酸盐岩为主，且厚度大为减薄，一般小于60米，孔线值一般在1米之内，北部储集层发育中心在凭祥、宁明一带。

下三叠统储集层极为发育。盆地北部，在滩相、潮坪泻湖相区发育碳酸盐岩储集层，厚为100～445米，孔线值为1～7.4米，发育中心在江州柳桥及上英、那陈一带。南区，在浊流相、浅海陆棚相区发育碎屑岩储集层，厚为50～150米，孔线值为2～8米，主要发育于峙浪、那楠一带，其次在盆地东端的沙坪附近，储集层厚171.5米，孔线值为43.3米，渗透率$0.5～31.94\times10^{-3}$平方微米。

二、保存条件

1. 盖层

相对于盆地基底海相生、储集层，盆地沉积盖层（T_3–K）中的泥质岩是良好的区域盖层。具有分布面积广，厚度大（见表3–4–18）等特点。其中侏罗系盖层遍及全盆地，白垩系盖层主要发育于盆地东部，上三叠统盖层则仅分布于盆地西南部。

表3–4–18 广西十万大山盆地区域盖层统计表

层位	泥质岩厚度(m)	纯泥岩厚(m)		泥质岩占地层总厚比(%)
		总厚	单层最大厚	
白垩系	0～230.8	0～87	35	0～14
侏罗系	616.6～3072.1	175.3～2663.0	222.0	23.5～72.3
上三叠统	119.4～3006.8	0～2886.6	147.2	5.4～52.3

盆地基底海相沉积层内存在局部内盖层，上二叠统在南部具有较厚的泥质岩，大直、小董一带泥岩累计最大厚度可达1650米，单层最大厚度为140米，在北部亦具有泥岩和铁铝质泥岩，在崇左地区较发育，但厚度不大，一般厚为25～52米。下三叠统在盆地南部同样发育泥岩和泥质石灰岩，亦可作为盖层。

2. 水文地质概况

根据区域构造状况、储集层埋藏和出露状况、盖层发育程度以及水动力条件等因素，本区水文地质开启程度可划分为三级：

Ⅰ级区（开启程度低、保存好）：在盆地区内，具有上三叠统、侏罗系及白垩系等区域盖层，古生代储集层深埋地腹，埋深一般大于2000米。地貌为低山—丘陵型，地层渗透性差，地表水与地下水联系差，水文地质开启程度低，为有利的油气保存区。在盆地北缘断裂

带上分布有上思布头、思阳温泉。布头温泉从黄色泥岩裂隙中涌出，泉口有石灰华沉淀物。温泉水量微受季节性影响，雨季水量比枯水期水量大1～2倍。水的矿化程度低，属氯化镁型（见表3-4-19）。

表3-4-19　十万大山盆地温泉特征简表

名称	地理位置	出露层位	产出岩性	水温(℃)	涌水量(m^3/d)	矿化度(mg/l)	水型
布头温泉	上思、思阳布头、茶场	C-J	石灰岩砂泥岩	38	27.6	406.0	$MgCl_2$
思阳温泉	上思、思阳那蓬村北1公里	J	砂砾岩	34	27.6	592.0	$MgCl_2$

Ⅱ级区（开启程度较低、保存较好）：在盆地的北侧，下二叠统出露区以南地区，缺乏区域性盖层，存在上二叠统泥岩、铁铝质泥岩以及局部地区下三叠统泥质岩等局部盖层，虽然盖层厚度较薄，但对下二叠统和石炭、泥盆系储集层具有一定隔盖能力。

Ⅲ级区（开启程度高、保存差）：盆地以北大部分地区储集层大面积出露地表，岩溶普遍、地下河、泉水较发育，如位于凭祥—东门断裂带上之宁明驮龙温泉，水型为$NaHCO_3$型。地层水的淡化强烈。

盆地南侧地区，石炭系和下二叠统储集层已不存在，上二叠统储集层自身有泥质岩可作为盖层，其厚度虽大，但分布面积有限，其保存条件介于Ⅱ、Ⅲ级区之间。

三、储盖组合

本区可能存在四套储盖组合。

①以寒武系砂岩为储集层，上覆下泥盆统泥质岩为盖层的储盖组合，主要分布在十万大山基底大断裂以北地区。

②以泥盆、石炭系及下二叠统碳酸盐岩为储集层，上二叠统泥岩为盖层的生储盖组合。主要分布在盆地北部及北侧崇左一带。

③以下二叠统泥质岩为盖层，二叠系碳酸盐岩为储集层的储盖组合。分布于盆地西部派阳—上思一线以北和盆地东部中心—横县一带。

④上三叠统至白垩系泥质岩为盖层，印支期火成岩体古风化壳为储集层的储盖组合。

四、圈闭

盆地内已发现12个地表局部构造（表3-4-20），多数为鼻状背斜，轴向以北东向为主，次为近东西向，倾角一般比较平缓，面积13～170平方公里不等。

地震勘探初步发现不同地震层序界面的圈闭10个（见表3-4-21和图3-4-6），其中与地表局部构造有相应关系者六个，多属断层-不整合或背斜-不整合圈闭，个别为火成岩体-古潜山圈闭。圈闭轴向以北东和北东东向为主，倾角平缓，褶皱强度系数一般为0.07—0.15，闭合高度为100～600米，个别达900米，闭合总面积约465平方公里，高点埋深在900～2200米。其中经地震详查落实的有上英—古律和定西两个背斜圈闭。

1. 上英—古律圈闭

上英—古律圈闭位于那琴凸起之北部——上思县那琴。不同地震层序界面具不同构造形态（图3-4-10）。Ⅵ层序顶界（泥盆系底界）呈北东东向短轴背斜，轴长20公里，宽6.5

表 3-4-20　广西十万大山盆地地表局部构造表

序号	名　称	轴　向	核部出露地层	面　积 (km²)	备　注
1	上英背斜	NE55°	J_3d	16.4	
2	叫暴鼻状背斜	EW 向	T_1、J_1b^1	13	
3	风亭河鼻状背斜	NE40°	J_2m	47	
4	大塘鼻状背斜	NE60°	K_2b^{1-2}	108	
5	力勒背斜	EW	K_1n^2	23	
6	飞龙背斜	近 EW	K_2b^1	78	
7	南乡鼻状背斜	NE40°～70°	K_2b^{1-1}	43	
8	公母山背斜	NE65°	T_3	170	西南延伸入越南
9	天岩背斜	NE65°	J_2n^2	20	
10	汪城鼻状背斜	NE60°	J_1b^3	36	
11	白更鼻状背斜	NE65°	J_2n	24	
12	堂金山背斜	NE25°	J_1b^2	77	

表 3-4-21　广西十万大山盆地地震局部圈闭表

序号	名　称	地震层序	圈闭类型	轴向	高点埋深 (m)	闭合面积 (km²)	可靠程度
1	上英-古律圈闭	Ⅵ层序顶	断层-不整合圈闭	NE50°	2200	143	可靠
	上英-古律圈闭	Ⅱ层序底	背斜-不整合圈闭	NE65°	1400	28	可靠
2	平天圈闭	Ⅵ层序顶	断鼻-不整合圈闭	NE30°	2000		差
3	来引圈闭	Ⅱ层序底	火成岩古潜山圈闭	NE45°	＜1000		差
4	定西圈闭	$Ⅱ_2$层序顶	背斜圈闭	NE50°	1100	24.5	可靠
5	太安圈闭	Ⅱ层序底	半背斜-不整合圈闭	NE50°	1200		差
6	中山圈闭	Ⅱ层序底	不整合圈闭	NE55°	1500		差
7	西宁圈闭	$Ⅱ_2$层序顶	背斜圈闭	NE60°			差
8	上思圈闭	Ⅱ层序底	不整合圈闭	NE65°	1500		差
9	那风圈闭	Ⅱ层序底	不整合圈闭	90°	1300		差
10	明江圈闭	Ⅰ层序底	断层-不整合圈闭	NW340°	1000		较可靠

公里，南翼倾角 16°，北翼 10°，北侧为北东东向古律断层所截，该断层为北倾正断层，断距为 800 米。圈闭被北西向平推断层错开，分别形成三个高点，埋深约在 2000 米左右，最大闭合度为 900 米，褶皱强度系数为 0.154。Ⅱ层序底界（侏罗系底界）为北东东向耳朵形半背斜，轴长 14 公里，宽 3 公里，南翼倾角 11°。北翼为古律断层截失。古律断层在此表现为逆断层，断距变小（50～200 米），高点埋深 1400 米，褶皱强度系数为 0.10。

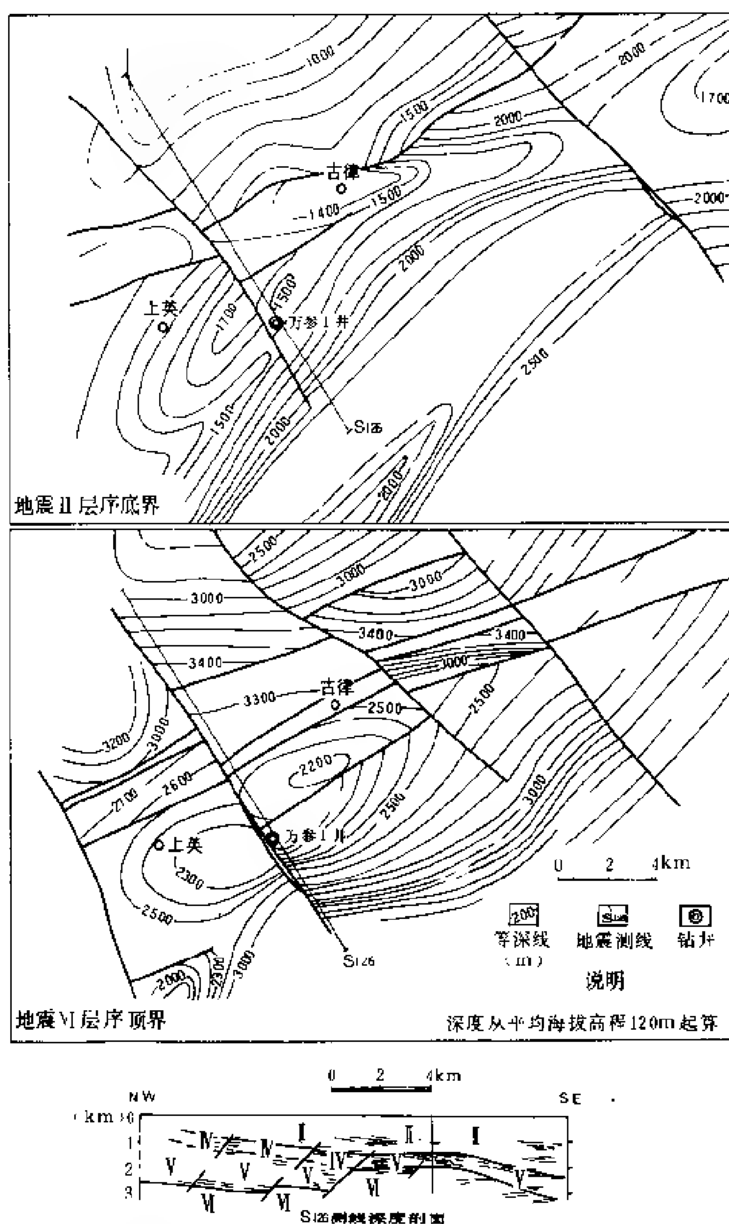


图 3 4 10 广西十万大山盆地上英—古律圈闭构造图

上英—古律圈闭是在古律断裂基础上，基底上隆所形成，古律断层主要系印支运动产物，断层南盘强烈上升产生牵引作用而形成背斜，并遭受强烈剥蚀，致使背斜顶部缺失Ⅳ层序，呈"秃顶"构造。燕山运动再次引起古律断层活动，表现为逆断性质。

2. 定西背斜圈闭

定西背斜圈闭位于中部隆起带中部——邕宁县大塘乡。地表称大塘鼻状背斜，地震Ⅱ$_2$层序顶界呈穹窿背斜（见图 3–4–11）。总走向为北东，北翼为北东向断层所截，又为北西向断层左旋错动，圈闭主体位于东部，大体呈等斜鸭蛋形，高点埋深 1050 米，倾角平缓（7～15°），闭合高度在 350 米左右，圈闭面积为 24.5 平方公里。Ⅱ层序底界（相当于侏罗系与下伏基底海相地层之不整合面）向南单倾，北缓（8～10°）南陡（15～20°）。

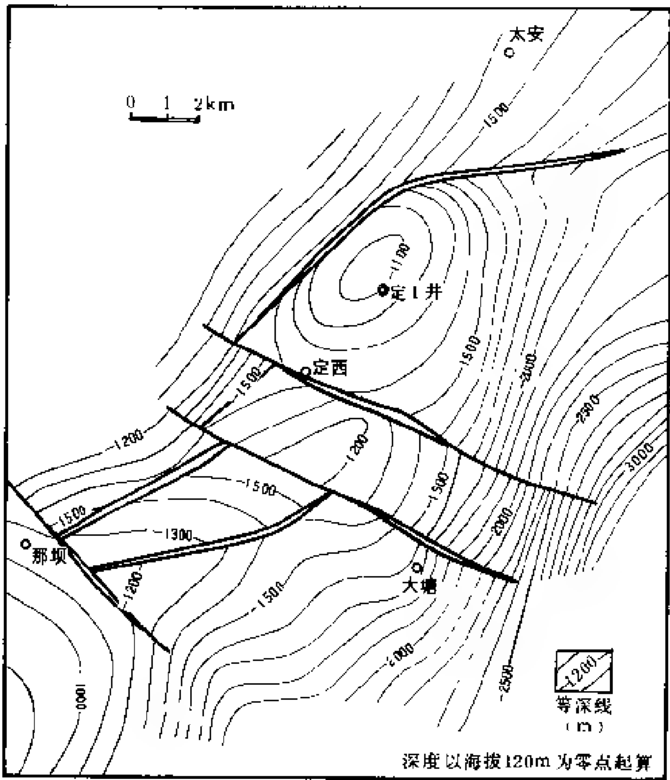


图 3–4–11 广西十万大山盆地定西背斜地震Ⅱ层序底界构造图

十万大山盆地是在多次构造运动叠加基础上形成的构造盆地，特定的区域构造背景和复杂的沉积发育环境，可能产生多种类型的圈闭。从地震地层学初步解释和沉积相的研究成果分析，盆地内可能存在的圈闭类型有三大类十二亚类（表 3–4–22）。圈闭形成期主要为印支期，同时受燕山期构造运动的影响和改造。圈闭一般形成在主要勘探目的层（T–P$_1$）的主要生油期—燕山期之前。圈闭与油气形成运移的配置关系较好。

表 3–4–22 广西十万大山盆地圈闭类型简表

大类	亚 类	局 部 圈 闭
构造圈闭	1.背斜圈闭 2.断层圈闭 3.背斜–断层圈闭	背斜 穹窿 断块 断鼻
隐蔽圈闭	4.超覆圈闭 5.不整合圈闭 6.古潜山圈闭 7.基岩风化壳圈闭 8.岩性圈闭 9.礁体圈闭	地层超覆 地层遮挡 火成岩、碳酸岩、古潜山、古岩溶、风化裂隙砂岩体尖灭、浊积砂岩礁块

续表

大类	亚　　类	局　部　圈　闭
复合圈闭	10.构造-岩性圈闭 11.构造-地层圈闭 12.地层-岩性圈闭	断层岩性遮挡 断层不整合、背斜不整合、岩性尖灭-不整合

第七节　勘探前景

十万大山盆地各二级构造单元的含油气基本条件如下:

1. 中部隆起带

该隆起带宽10～15公里，面积3010平方公里，为华力西—印支期形成的古隆起，局部圈闭多集中于此带，经地震查证，有10个圈闭成带分布（表3-4-21)。圈闭类型可能有:断块、断层遮挡、背斜、地层不整合、岩性尖灭和生物礁体等，这些圈闭形成于生油高峰期之前，因此，生油期与圈闭形成期配置关系好。此带与南、北两油源区紧密相邻，是油气运聚的指向所在。主要勘探目的层（$T-P_1$)。埋藏深度在1200～3000米。

2. 南部坳陷带

此带长期处于断坳性质，面积6765平方公里，为主要油源区。因沉积盖层厚，成熟度偏高，认为应以找气为主。圈闭类型有：地层尖灭、断层遮挡和浊积砂体等。勘探目的层埋深大于3000米。

3. 北部斜坡带

为海相碳酸盐岩生油岩发育区，上覆有泥质岩可作区域盖层，目的层埋深浅，一般小于1000米，圈闭类型有地层超覆、岩性尖灭、生物礁体以及断层遮挡等。

综上所述，中部隆起带是十万大山盆地最有利的含油气前景地区。

第五章　桂平盆地

第一节　概　　况

桂平盆地位于广西壮族自治区的东南部，在东经109°30′至110°30′和北纬22°45′至23°30′之间，隶属于桂平、贵县和玉林等县。盆地呈北东向展布，长100公里，宽27公里，面积2500平方公里。

盆地西部地形平缓，东部和东南边缘为丘陵—低山地形。海拔一般小于200米。地处北回归线之南侧，属亚热带气候，最低气温5℃，最高气温36℃，年平均温度为22℃。雨量充沛，雨季在6～9月。黎（塘）湛（江）铁路横贯盆地西部，城乡公路发达，郁江自西南往东北流经盆地北部，上达南宁下通广州，常年通航，水陆交通均甚方便。

该盆地在1960年以前仅作零星地质考察，1960年至1969年先后进行了1：20万的区域地质测量。1960年作了1：50万的重力概查。1970年至1971年广西地质局第六地质队在盆地西部桥圩—东津地区曾进行盐矿普查，并打浅井18口，其中ZK～8井钻至井深306.2米发生气喷，气不燃（未取样）。1970年至1973年广西石油普查勘探队进行1：10万石油地质普查和地层含油性研究。并在旺受—大洋地区进行了1：5万的局部构造详查。

第二节　地　　层

一、基底地层

盆地基底为前上三叠统。盆地周缘出露的最老地层为寒武系上统和奥陶系下统，岩性为类复理式砂泥岩，厚度巨大。呈近东西走向出露于盆地之西侧和东南侧，两者为整合关系。上寒武统产原始海绵骨针、三叶虫及腕足类等化石，下奥陶统页岩内富产笔石，分四个笔石带，可与浙江、江西等地相应地层对比。缺失中、上奥陶统及志留系，泥盆系直接不整合在寒武系、下奥陶统上。

泥盆系下统为滨海—浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩，自下而上分四个组：莲花山组为陆相以紫红色为主的砂泥岩，产鱼和植物等化石；那高岭组为滨海相灰色薄层状砂泥岩，产瓣鳃和腕足类化石；郁江组下部为粉砂质泥岩、粉砂岩，上部为泥质、生物碎屑石灰岩，富产珊瑚、腕足类等化石，为近岸底栖型沉积；四排组为深灰色灰岩夹白云岩，产腕足、珊瑚化石。中统分两个组，下部应堂组为深灰色灰岩、泥灰岩夹页岩，产腕足类化石；上部东岗岭组为灰色石灰岩，产层孔虫、竹节石、珊瑚和腕足类化石。上统岩性南北分异，盆地北侧为石灰岩夹鲕状石灰岩，南侧为硅质岩时夹扁豆石灰岩，盛产竹节石等化石。石炭系下统连续沉积其上，岩性分区与上泥盆统相似。中、上石炭统为浅海相碳酸盐岩，产 科、珊瑚等化石，仅出露于盆地西北侧。二、三叠系在盆地周缘因受剥蚀而缺失。

二、盆地地层

侏罗系在现今盆地范围内未见出露，但在盆地南侧10公里处即沿断层出露，从区域地质以及相邻的十万大山盆地地震资料推断，盆地内部应有侏罗系，据南侧大洲盆地所见，为

厚千余米之碎屑岩，夹透镜体煤，产植物化石，不整合在华力西期和印支期花岗岩以及古生代海相地层之上。

系	统	组段	代号	柱状图	厚度(m)	岩性简述	古生物组合
上第三系			N		96	灰白、棕黄色砂岩、泥岩夹褐煤	植物
下第三系			E		300	紫红色砾岩夹砖红色粉砂岩	
白垩系	上统		K_2		204	灰色砾岩、粉红色砂岩和泥质、钙质粉砂岩，中部夹安山质角砾岩	
	下统	五段	K_1^5		>248	紫红色钙质、泥质粉砂岩夹灰绿色泥岩、含铜	轮藻
		四段	K_1^4		211~726	紫红色钙质、泥质粉砂岩夹灰绿色钙质、粉砂质泥岩	叶肢介
		三段	K_1^3		406~1068	紫红色钙质、泥质粉砂岩夹粉砂质泥岩及灰绿色钙质泥岩	轮藻、叶肢介、植物
		二段	K_1^2		531~2063	上部灰黄、灰绿色砂岩、含砾砂岩、夹泥、钙质粉砂岩及泥岩 下部紫红色砾岩、砂岩，夹黄绿、灰绿色泥岩、局部夹白云质石灰岩	上部含轮藻、鳙鲤、叶肢介及植物
		一段	K_1^1		771~1239	上部浅紫色砂岩、钙质砂岩互层、夹泥质粉砂岩 下部紫红色砾岩、含砾砂岩、泥质粉砂岩	
侏罗系			J		0~1025	紫红、灰白色泥质粉砂岩、砂质页岩互层、底部夹煤、炭质页岩	植物
石炭系			C		1463~2309	上部浅灰色石灰岩夹白云岩 下部灰色石灰岩、往南相变为灰黑色石灰岩与硅质岩互层	富含䗴科、珊瑚
泥盆系			D		1716~3243	上部浅灰色石灰岩，往南相变为深灰色硅质岩 中部灰色石灰岩、白云岩夹泥灰岩 下部灰绿、紫红色泥质粉砂岩夹页岩	中、上部含腕足、珊瑚及竹节石，下部含鱼和植物
奥陶系	下统		O_1		>2901	灰白、砖红色细砂岩与黄绿、紫红色页岩互层	笔石、腕足
寒武系	上统		$Є_3$		>2000	浅灰、黄绿色粉砂岩与页岩，粉砂质泥岩互层、夹碳质泥岩	原始海绵

图 3-5-1　广西桂平盆地地层综合柱状图

盆地内广泛分布下白垩统，累计厚度 5335 米，据岩性特征和沉积旋回自下而上划分为五段，第一段为紫红色砂、砾岩，第二段为暗紫红色、灰绿色钙质、泥质粉砂岩，第三段至第五段为紫红、灰绿色粉砂岩夹粉砂质泥岩和泥岩。自下而上由河流相过渡为湖相，横向变化较大，总趋势是由东向西沉积物由粗变细，沉积中心位于西部桥圩一带，总厚度由北往南变大。

上白垩统仅分布于盆地西部铜鼓岭一带，不整合于下统之上，为火山质碎屑岩，厚度不大，分布局限。第三系主要零星分布于盆地之北缘，为紫红色、棕黄色砂、泥岩，间夹薄层褐煤，产植物化石，与下伏地层不整合接触。

三、侵入岩

盆地南侧分布有火成岩体，可分为华力西期和印支期两大岩体。前者为堇青石黑云母花岗岩，侵入于上泥盆统，下侏罗统不整合于其上，绝对年龄（氩法）为289百万年，属石炭纪；后者为堇青石黑云母花岗岩和花岗斑岩，侵入于下二叠统石灰岩，侏罗、白垩系不整合于其上，绝对年龄（氩法）为233百万年，属三叠纪。

第三节 构　造

桂平盆地基底为华南加里东褶皱系，其上叠加上古生界，中生代桂平盆地是覆于上古生界之上的构造盆地。盆地基底具双层结构，下部为加里东构造层，呈近东西向之线性紧密褶皱，上部为华力西构造层，构造线主要为北东向。泥盆、石炭系组成北东走向之复式向斜，发育北北东向左旋和北西向右旋平推断层。盆地走向为北北东50°，与华力西基底构造层的构造线方向相近，具有一定继承性。

一、盆地四界及盖层构造

盆地的东北和西北缘，沉积盖层与下伏基底为不整合接触，而在西南和东南边界则全为断层接触关系。东南边缘为一大逆断层（蒲塘—麻洞逆断层），属钦州—灵山大断裂带往东延伸的一个分支，纵贯整个盆地，长度大于110公里，走向45°，断面向南东倾，倾角20～60°，使寒武至石炭系逆掩于下白垩统之上，在断层附近下白垩统受挤压多呈直立倒转。盆地的西南边界为团实—瓦塘断层，北西走向，断面北东倾，倾角60°～85°，属张性正断层，下白垩统第2段与寒武、泥盆系接触，断层延伸长度在盆地范围内24公里，垂直断距达2000米。盆地呈南断北超和西断东超的箕状结构（图3–5–2）。

盆地内部发育北北西和北北东向两组断层，以张性正断层为主，并常为另一组近东西向断层所错断。沉积盖层一般褶皱平缓，倾角小于10°，但在盆地南缘受断裂影响则多陡立倒转形成南陡北缓不对称向斜。以麻洞—镇安东西向断层为界，其北部的构造线方向以北北东为主，南部以北西向为主。西部桥圩—大湾一带在宽缓向斜的背景上，出现平缓背斜，形成局部构造圈闭（参见表3–5–1及图3–5–2）。

表3–5–1　广西桂平盆地地表局部构造数据表

构造名称	类　型	轴部地层	轴向	长(km)	宽(km)	面积(km²)	工作程度
大洋构造	鼻状背斜	K_1^3	NNW	10	6	60	构造详查
旺受构造	穹窿	K_1^4	NNW	2.5	2	5	构造详查
马村构造	短轴背斜	K_1^2	NW	7	2	14	普查
桥圩构造	鼻状背斜	K_1^2	近S–N	7	4	28	普查
湛江构造	穹窿	K_1^2		2	2	4	普查

据现有资料推断，盆地内的基底埋深4500米，基底面向西南倾伏。起伏分割不明显，凹陷中心偏西（高峰一带）。

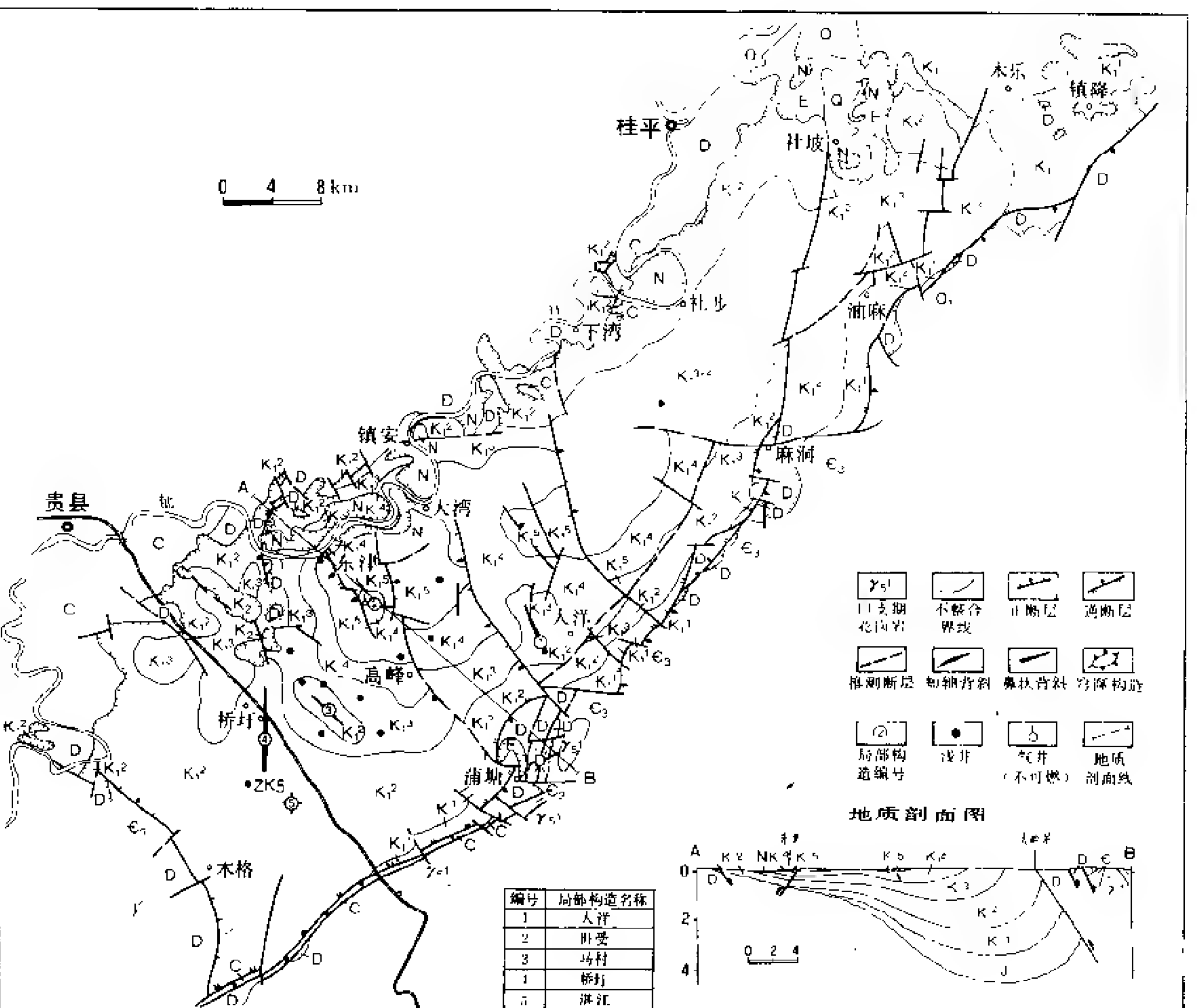


图 3–5–2　广西桂平盆地地质图

二、构造演化

1. 加里东期

寒武纪本区处于活动区，接受巨厚的准地槽型沉积，早古生代末期的加里东运动使本区褶皱回返，形成东西向紧密褶皱和断裂。

2. 华力西期

泥盆纪早期，地壳缓慢下沉，先是形成湖盆接受陆相碎屑沉积，尔后海水由南向北入侵，过渡为滨海相沉积，此后地壳活动进入稳定期，接受海相碳酸盐岩沉积。泥盆纪晚期，钦州—灵山断裂开始活动，断裂带以南相对下沉，沉积了盆地相黑色硅质岩。中石炭世以后，南部地区酸性岩浆入侵，地壳逐步拱升，东吴运动继承性上升，导致本区二叠纪及早、中三叠世沉积减薄以至缺失。中三叠世末期，沿钦州—灵山断裂带再次发生大规模酸性岩浆入侵，区域性上升结束海相沉积史。

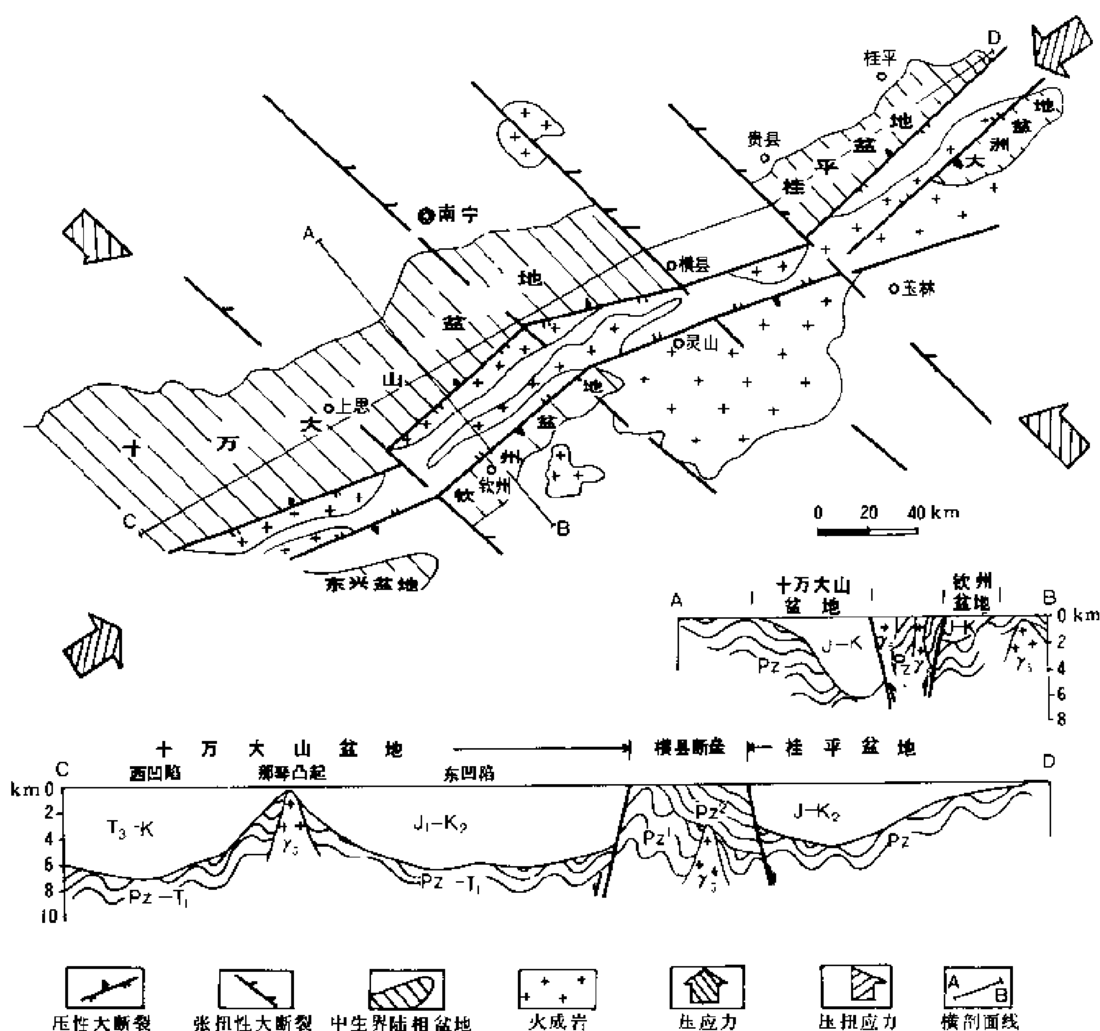


图 3-5-3 广西桂平—十万大山盆地形成机制及构造剖面示意图

3. 印支期

印支运动使全区发生褶皱断裂，形成盆地的褶皱基底。晚三叠世早期，首先是在十万大山盆地的西部发生断陷，接着向东扩展，侏罗纪早期湖盆由十万大山扩大至桂平及大洲等区域，沉积湖相为主的碎屑岩，从侏罗系所获生物化石群中含有瑞替克—里阿斯期的分子得知，早侏罗世与晚三叠世间的沉积是连续的。

4. 燕山期

侏罗纪末期受燕山运动一幕影响，湖水向西退缩至现今十万大山盆地西部，区内一度缓褶抬升，遭受剥蚀，导致在桂平—大洲区域中、上侏罗统缺失。早白垩世初期本区再次坳陷，湖盆边界超出侏罗纪范围，其南部边界可达玉林—梧州一线，北界达宾阳—来宾一线，远大于现今盆地边界。下部为较粗的河、湖相碎屑岩。下白垩统第二、三段为较细粒碎屑岩，并向边缘超覆，沉降中心在桂平盆地之西南部。下白垩统之厚度大于五千米。

早白垩世末受燕山运动二幕影响，本区缓褶抬升遭受剥蚀。晚白垩世局部火山喷发，部分地区再度坳陷接受河流相和喷发相沉积。白垩纪末期，燕山运动三幕区内产生大规模断裂活动，首先是沿北东方向产生张性大断裂，造成桂平盆地与大洲盆地的分隔，其间相对上隆形成六陈断隆，尔后受南东—北西方向的侧压应力作用，六陈断隆相对向两侧挤压，老地层和早期花岗岩体逆掩于侏罗、白垩系之上，同时产生北西向右旋张性断裂，形成桂平盆地与十万大山盆地之间分隔的横县断垒，从而奠定现今构造盆地之基本构造格局，（图3—5—3），第三纪喜山运动形成局部山间盆地，沉积一套山麓相砾岩及红色砂泥岩。

第四节　石油地质基本特征

一、生油层

基底海相沉积层自寒武系至石炭系均具有不同程度的生油条件和成油过程，古生代生油岩可分两大类：一是泥质岩，主要为下古生界寒武、奥陶系的暗色泥、页岩，其次为下泥盆统的暗色泥质岩。二是碳酸盐岩，主要为上古生界中、上泥盆统和石炭系的暗色石灰岩、白云质灰岩。从生油岩的有关参数统计（表3—5—2）可知，不同岩类的有机质丰度部分可达到相应岩类生油层指标。干酪根在不同环境沉积具有不同类型。在寒武—石炭纪地层中，下泥盆统为陆相、滨海相沉积，干酪根类型以腐植型为主，其它层位属于浅海或半深海相沉积，干酪根类型均为腐泥型。从为数很少的热演化参数分析（表3—5—3）看，古生代生油层的油气成熟度一般已达到成熟晚期，局部为过成熟，如今保存的应当主要是天然气和凝析油。

表3—5—2　广西桂平盆地古生代生油岩有关参数统计表

层位	岩类	氯仿沥青“A”含量(%)	有机炭含量(%)	生油岩厚(m)	备　注
C_1	碳酸盐岩	0.0031～0.0042		567	地面样品
D	碳酸盐岩	0.0014～0.0044	0.077～0.173	594～1339	
D_1	泥岩	0.0005	0.084	155～231	
ϵ_3	泥岩	0.013	0.32～1.88	＞500	万参1井样品

盆地内的侏罗系有可能部分成为生油层。邻区侏罗系为粉砂质碎屑岩，内夹暗灰色泥质岩，含植物化石，有机质丰度较低，从盆地的构造演化史分析，在沉降中心部位，沉积环境的还原程度可能增高，生油性能变好。

表3-5-3　广西桂平盆地寒武系、泥盆系干酪根原子比及电镜鉴定类型对照表

层　位	干酪根原子比		干酪根类型	CAI	R_o
	H / C	%			
D_3l	0.45	0.06	Ⅰ		
D_2d	0.43	0.06	Ⅰ	4	
D_1y	1.45	0.59	Ⅲ		
D_1n	0.48	0.14	Ⅲ		
$Є_3$	0.37		Ⅰ		1.51～1.56

下白垩统是盆地主要沉积层，第一段的岩性为砂岩，泥质粉砂岩，含少许油质沥青，边缘出露为河流相，以氧化环境为主。第二段为砂岩、泥岩，地表以紫红色为主，在桥圩井下见深灰色泥灰岩、白云质石灰岩夹层，富含瓣鳃、轮藻和植物等生物化石，暗灰色泥质岩总厚达40米，具分散状黄铁矿，属还原环境沉积。第三段岩性以粉砂岩为主，在双峰、马村一带夹暗灰色泥质岩，厚为90米，含轮藻、瓣鳃和植物等生物化石，见星散状黄铁矿，为浅水—半深水还原环境沉积。第四段仍以粉砂质岩为主，夹暗灰色泥质岩，含生物化石较多，但分布范围较小、埋藏较浅，且多已出露。第五段分布范围更为局限。从表3-5-4的有关参数分析，下白垩统第一段岩性粗，氧化程度高，不利生油。第二、三段沉积期为湖盆稳定沉降期，沉积厚度大，生物繁茂，尤其在湖盆沉积中心，生油条件将会好转，将是盆地的主要生油层之一。

表3-5-4　广西桂平盆地下白垩统生油条件分析表

层　　位	暗色泥质岩厚度(m)	沥青B含量(%)	Fe^{2+}/Fe^{3+}	S^{2-} (%)
K_1^5	2～7	0.01	0.274	0
K_1^4	6～38	0.09	19.121	0.01
K_1^3	17～90	0.016	8.942	0.01
K_1^2	10～40	0.018	14.182	0.08
K_1^1		0.002	1.451	0.02

二、储集层

区内储集层有碳酸盐岩和碎屑岩两大类。碳酸盐岩储集层分布于基底的泥盆、石炭系内，计有生物屑石灰岩、砾屑石灰岩、鲕粒石灰岩及粉晶白云岩等。各类碳酸盐岩中发育粒间孔、体腔孔、负鲕孔，晶间孔及溶蚀孔以及裂缝等，孔隙度可达25.4%。泥盆系的碳酸盐岩储集层厚达369—1409米。

碎屑岩储集层主要分布于侏罗、白垩系等陆相沉积层内，上寒武统及下泥盆统亦有砂岩储集层。上寒武统砂岩总厚度大于1000米，砂岩中见沥青充填，下泥盆统砂岩厚度为23~168米。侏罗系具7~8层细—粗粒砂岩，总厚达204米，颗粒分选较好，岩性疏松可作储集层（参见表3–5–5）。下白垩统底部（K_1^1）有砂岩3~6层，具有较好的储集层物性；下白垩统中部（K_1^2）有砂岩—钙质细砂岩3~7层，厚度较大，孔隙、渗透性较好，是比较好的储集层（表3–5–5）。

表3–5–5 广西桂平盆地侏罗、白垩系砂岩物性统计表

层 位	砂岩厚度(m)	渗透率 （$\times 10^{-3}\mu m^2$）	孔隙率(%)
K_1^{3-5}		0.2~1.26	1~2.02
K_1^2	80~40.9	15~459	13~37.62
K_1^1	156~525	1~189	5~42.50
J	204	1~99.7	7~18.5

盆地内各地层间之不整合面，经历长期风化剥蚀形成的古风化壳松散层、古岩溶，以及构造作用造成的构造裂隙等也是油气储集有利场所。

三、储盖组合

自下而上可能存在四套储盖组合：第一个组合是以寒武、奥陶系暗色泥质岩作生油层，寒武、奥陶系以及下泥盆统之砂岩为储集层，中、上泥盆统碳酸盐岩、硅质页岩为盖层；第二个组合是以泥盆、石炭系的碳酸盐岩作生油层，碳酸盐岩不整合面之古溶蚀洞为储集层，上覆侏罗、白垩系泥质岩为盖层；第三个组合以侏罗系暗灰色泥质岩为可能生油层，砂岩和顶部古风化壳为储集层，白垩系泥质岩为盖层；第四个组合以下白垩统第二、三段暗灰色泥质岩为可能生油层，砂岩为储集层，第三、五段泥质岩为盖层。从油气演化成熟度来看，前两个组合应以气为主，后两个组合应以油为主。

四、圈闭条件

盆地内至今在地表未见任何油气显示。盆地中见多种类型的圈闭，在沉积盖层内有平缓的背斜、穹窿和鼻状背斜等以及受断层遮挡的高断块构造圈闭。还可能有不整合、基底隆起、潜山等复合型圈闭。

综合上述，可以认为桂平盆地是具有一定的含油气条件的。但由于勘探工作目前仅局限于地面普查，尚需加深对其含油气性的确切分析。

第六章　兰坪思茅盆地简况

一、概况

兰坪思茅盆地位于滇西横断山脉之怒山、澜沧江与苍山、哀牢山脉之间，北自维西、兰坪，南至江城、勐腊一带延伸至国界之外，地理座标为东经 99°～102°10′、北纬 21°10′～27°10′之间，南北长 660 公里，东西宽 40～160 公里，总面积为 51600 平方公里，呈北窄南宽的北北西向带状展布（图 3–6–1）。

区内地形复杂；山高谷深，地势北高南低，北部高山海拔为 2000—3800 米，南部低山海拔为 1000～1500 米，澜沧江谷底最低为 500 米，山谷高差为 500～3000 米。气候是：北部山区冬季气温低，可低于−4℃，夏无酷暑；南部地区冬无寒冷，夏季酷热，西双版纳附近河谷中最高气温可高达 42℃。全年分为干季和雨季，雨季集中在 6 至 9 月。

交通运输以公路为主，滇缅（昆明—畹町）、昆洛（昆明—打洛）两条主干公路串联各县乡区；另昆明至思茅间有航空班机，交通尚可。

本区自 30 年代开始，在进行煤、盐等矿点及路线地质调查中，曾报导过三叠系中的兰坪油苗与蒙化油页岩。1954 年开始，重点勘探盐、煤、铁等矿产。60 年代初至 70 年代完成了 1：20 万区域地质测量。由于滇西三江地区独特的大地构造位置和复杂的地质构造景观，一直吸引着国内外地质学家从不同角度进行各类矿产普查勘探、地震地质及各种综合性、专题性的多学科地质研究，累集了较丰富的地质资料。1957～1960 年贵州石油勘探局云南勘探大队、地质部云南省石油队分别进行了局部区域 1：100 万、1：20 万石油地质路线调查。至 70 年代初，云南石油勘探指挥部在景谷第三系盆地进行了石油普查钻探，钻孔中发现了第三系气显示及油砂层（详见第四篇景谷盆地）。

二、地层简况

盆地基底除元古界深变质岩及寒武系浅变质岩外，尚有上古生界及中、上三叠统。盖层为侏罗系、白垩系及第三系陆相沉积（详见图 3–6–2）。区内主要地层自下而上概述如下：

泥盆系：出露于景洪南光一带，未见下统。中、上统为凝灰岩、凝灰质板岩、凝灰质砂岩、粉砂岩互层，底为砂砾岩。含鳞木及少量腕足类化石，厚达 3000 余米。东侧墨江隆起区中、上统为石灰岩夹砂岩、页岩，厚达 2300 米。

石炭系：出露于普洱、思茅、勐腊一带以西。下统为泥页岩夹粉砂岩、中基性凝灰岩，底部以砂砾岩与下伏泥盆系呈平行不整合接触，含植物、腕足及珊瑚化石,厚为 350 米。中统为生物碎屑石灰岩夹少量页岩，厚为 290～610 米。上统为凝灰岩、凝灰质砂岩、页岩夹石灰岩，富含　类化石，厚为 90～360 米。

二叠系：出露于普洱、思茅、勐腊及其以西澜沧江边一带，北部云龙仅上统零星出露。下统以浅海相碳酸盐岩为主，夹砂砾岩、硅质岩、凝灰岩，厚为 300～1400 米。上统为中基性火山岩、碎屑岩夹碳酸盐岩，局部夹煤层。含　化石，厚度可达 2000～5000 米，具地槽型沉积特点。

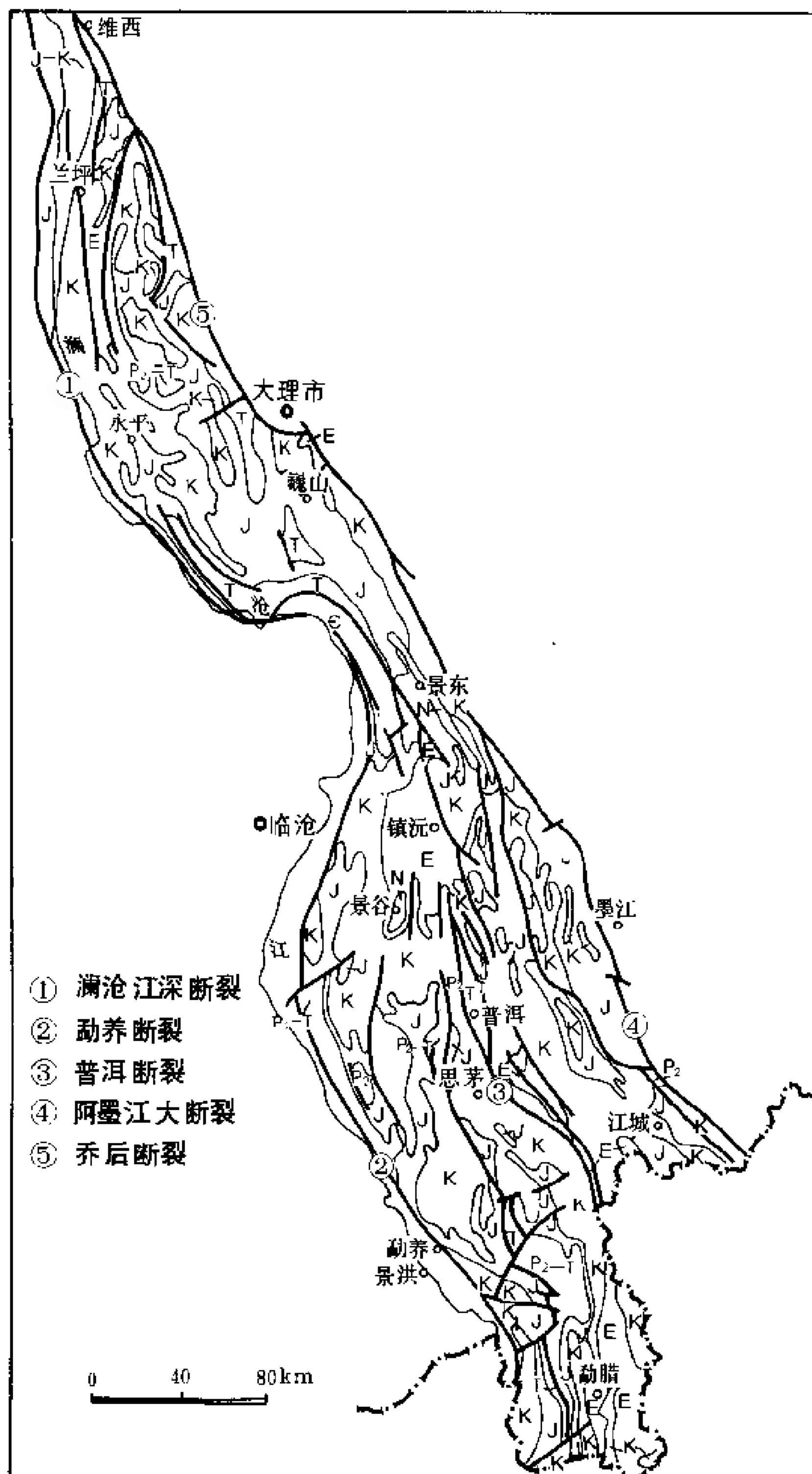


图 3-6-1　云南兰坪思茅盆地地质略图

三叠系：区内缺失下统。中三叠统，分布局限，相变大。在南部勐腊、澜沧江边一带为火山碎屑岩、火山熔岩，厚为 1400～2600 米；思茅云仙地区为碳酸盐岩夹砂砾岩，厚为 780～1960 米；均含有瓣鳃及菊石化石，与下伏二叠系呈角度不整合接触。北部仅出露于东

北边缘乔后一带，为碎屑岩夹碳酸盐岩，出露厚1500米。上三叠统全区均有分布，岩性厚度变化大。南部勐腊一带以西至澜沧江边，为砂泥岩夹火山岩，厚为1000～2905米；思茅、普洱一带为砂泥岩夹碳酸盐岩，厚为885～1065米，富含瓣鳃、菊石及腹足类化石，底部可见9米砾岩层，平行不整合或超覆不整合于中三叠统或更老地层之上。北部上三叠统以砂泥岩为主，夹碳酸盐岩及板岩，亦富含瓣鳃、菊石及腹足类化石，厚达2550米，与下覆上二叠统呈平行不整合接触。

系	统	组	代号	柱状图	厚度(m)	岩性简述
上、下第三系	上新统		N_2		300～500	砂岩、细砾砂岩、泥岩夹煤线或薄煤层
	中新统		N_1		100～2040	砂岩、泥岩夹煤层、煤线及砂砾岩
	渐新	勐腊群	E_2		515～1070	铁质、泥质砾岩、砂岩、粉砂岩
	始新	小丫口组	E_2		1160～186[illegible]	细至粉砂岩、泥岩、钙质泥岩
	古新	勐野井组	E_1		206～2868	砂岩、粉砂岩、泥岩互层，夹杂色泥砾岩及石膏、岩盐层
白垩系	上统	曼宽河组	K_2^2		608～3142	砂岩、粉砂岩、泥岩夹杂色泥岩、泥灰岩透镜体
		曼岗组	K_2^1		200～1900	砾岩、砂砾岩、石英砂岩、粉砂岩夹含铜泥灰岩透镜体
	下统	景星组	K_1		418～2266	砾岩、砂砾岩、砂岩夹泥岩、粉砂岩及泥灰岩，砂岩中富含氧化铜
侏罗系	上统	坝注路组	J_3		269～1000	细粒石英砂岩、泥岩
	中统	和平乡组	J_2^2		424～3296	下部为细砂岩夹砾岩，含砾屑砂岩，上部为泥岩、粉砂岩、泥灰岩互层
		小红桥组	J_2^1		270～1524	凝灰质岩屑砂岩、石英砂岩、泥岩夹泥灰岩、基酸性火山岩（局部），常具底砾岩
三叠系	上统	桃子树组	T_3		272～411	泥岩夹砂岩、粉砂岩、泥灰岩、下部夹细砾岩，含砾砂岩
		威远江组	T_3^1		593～653	泥岩、粉砂岩、砂岩互层夹石灰岩层，具9m厚底砾岩

图3-6-2　云南兰坪思茅盆地地层综合柱状图

侏罗系：下统在盆地南部缺失，北部局部地区有沉积，称漾江组，岩性为红色泥岩、粉砂岩、细砂岩，厚为65～684米，与下伏上三叠统多呈连续过渡关系。中统为一套紫红色砂泥岩，上部夹灰色黄灰色钙质泥岩、泥灰岩，形成杂色条带，为区域性标志层，富含海相及陆相瓣鳃类等化石，北部称花开佐组，厚为340～1150米；南部自下而上分为：小红桥组、底部常具砾岩，平行不整合或超覆不整合于上三叠统之上，厚为271～1524米；和平乡组，见海相瓣鳃夹层较多，厚为702～3296米；中统总厚可达4700米。上统全区统称坝注路组，为一套红色砂泥岩，偶夹黄绿色泥岩透镜体，厚为260—1200米，局部地区被剥蚀。

白垩系：下白垩统称景星组，下部为砂岩段，上部为泥岩段，属河流相、浅湖相沉积，

底部常见砂砾岩，与下伏侏罗系呈整合或平行不整合接触，南部厚为2260米，北部厚为1360米。上白垩统在南部发育较全，下部称曼岗组，为紫红色砂岩夹砾岩、泥岩，底部为20～200米厚之砾岩、砂岩，与下白垩统呈平行或超覆不整合接触，厚为560～1900；上部称曼宽河组，以红色泥岩为主夹灰绿色泥岩、泥灰岩透镜体，厚达3000米，仅发育于勐腊地区。北部上白垩统缺失上部曼宽河组，只有相当于下部的曼岗组，称南新组和虎头寺组，岩性、厚度与曼岗组差异不大，唯粒级变粗。白垩系普遍见含铜砂岩夹层，以含介形类化石为主。

下第三系：为紫红色砂泥岩、泥砾岩夹膏盐层，曾划入白垩系，厚达1600～5000米，与下伏白垩系呈整合接触，局部为平行不整合。残存于勐腊—江城、镇沅—景谷、兰坪—云化等地区的向斜轴部及长条形凹陷中心部位。

三、构造概况

兰坪思茅盆地夹持于澜沧江变质带与苍山—哀牢山变质岩带（含墨江古生代隆起）之间。晚三叠世的印支运动，使沿澜沧江、金沙江—红河深断裂带间展布的印支地槽强烈褶皱，兰坪、思茅一带的构造变动则较微弱，并在印支运动之后剧烈下陷，沉积了巨厚的侏罗、白垩及下第三系含膏盐的红色岩层，即著名的滇西红层，从石油地质的角度称其为兰坪思茅盆地。盆地红层在始新世晚期发生强烈褶皱，形成了现今的构造面貌，因此兰坪思茅盆地是经过喜马拉雅造山褶皱运动改造了的构造盆地，现今的山川地貌并不具备盆地特点。

根据盆地中的地层展布、沉积建造、褶皱断裂特征，大致以景东一带为界，将盆地分为南北两块，北部称兰坪坳陷，南部称思茅坳陷，分别简述如下：

思茅坳陷：面积35200平方公里。大片出露侏罗系、白垩系红层，普洱、勐腊以西地区已出露石炭系、二叠系及中、上三叠统。区内断裂发育，背斜陡窄。向斜宽缓，总体上组成一个南北向大型复式向斜。坳陷中部普洱、勐腊一带存在着北北西向的基底隆起，控制东西两侧沉积及构造发展。隆起以东，下、中三叠统、下侏罗统全部缺失，地表发育长轴背斜构造，核部出露中上侏罗系，轴部地层陡立，断裂多沿轴部发生，轴线呈北北西向，后被北东向、北西向断裂错移呈现追踪现象。沿阿墨江边界断裂带有零星基性及中酸性小岩株侵入。隆起以西，基底凹凸不平，缺失下三叠统、下侏罗统，发育中、上三叠统海相火山碎屑岩沉积，相变显著，往东向中部隆起相变为碎屑岩夹碳酸盐岩。断裂破坏强烈，发育一些形状不规则的白垩系向斜，背斜较少。有中酸性小岩株零星侵入，使侏罗—白垩系局部变质。

兰坪坳陷：面积16400平方公里。大片出露侏罗系、白垩系，断褶十分强烈，为一北西向复式向斜。本区区域动力热变质作用明显，如澜沧江沿岸侏罗—白垩系已变质成片岩类。又有火成岩侵入，永平以西有一第三纪碱性岩体侵入于侏罗—白垩系中，也还有较多小岩侏侵入。

兰坪思茅盆地除在景谷盆地上第三系见油气显示和油砂（详见第四篇），以及兰坪油苗、蒙化油页岩外，至今尚未有新的油气显示发现。上三叠统中黑色、灰黑色泥页岩、石灰岩，厚逾500米；中侏罗统上部杂色条带层中黄绿、灰绿色钙质泥岩、泥灰岩，厚为50～300米，可能具有一定的生油条件。盆地地质构造复杂。尚未全面进行油气勘探，对其含油气前景有待进一步研究。

参 考 文 献[●]

田在艺，1960，中国陆相地层的生油和陆相地层中找油，中国陆相沉积和找油论文集，第一集，石油工业出版社。

石宝珩，1989，我国陆相生油理论的历史、现状和问题，中国含油气盆地烃源岩评价，石油工业出版社。

朱夏，1965，我国中新生界含油气盆地的大地构造特征及有关问题，中国大地构造问题，科学出版社。

邬立言等，1982，用人工热演化模拟法计算生油岩的生油量，石油勘探与开发，1982年，第6期。

吴大华等，1989，广西十万大山盆地海相生油岩特征，中国含油气盆地烃源岩评价，石油工业出版社。

尚慧芸，1982，陆相生油岩中有机质的丰度及其分布特征，中国陆相油气生成，石油工业出版社。

杨万里，1989，我国陆相生油理论研究和油气勘探，中国含油气盆地烃源岩评价，石油工业出版社。

荀汉成，1989，云南楚雄盆地晚三叠世沉积相特征，含油气盆地沉积相与油气分布，石油工业出版社。

黄宪智，1989，云南楚雄盆地构造特征，中国含油气区构造特征，石油工业出版社。

●本篇主要依据滇黔桂石油勘探局生产和研究单位最新成果（未刊稿）编写。

第四篇　新生代沉积

概　述

滇黔桂地区有面积大小不等的新生代沉积盆地近二百个，主要分布于云南及广西南部，面积大于 200 平方公里者（或沉积厚 > 1000 米）计有 36 个（见图 4-0-1 及表 4-0-1），其中云南分布 26 个，占总数的 72%。贵州境内无大面积的新生界沉积盆地分布。

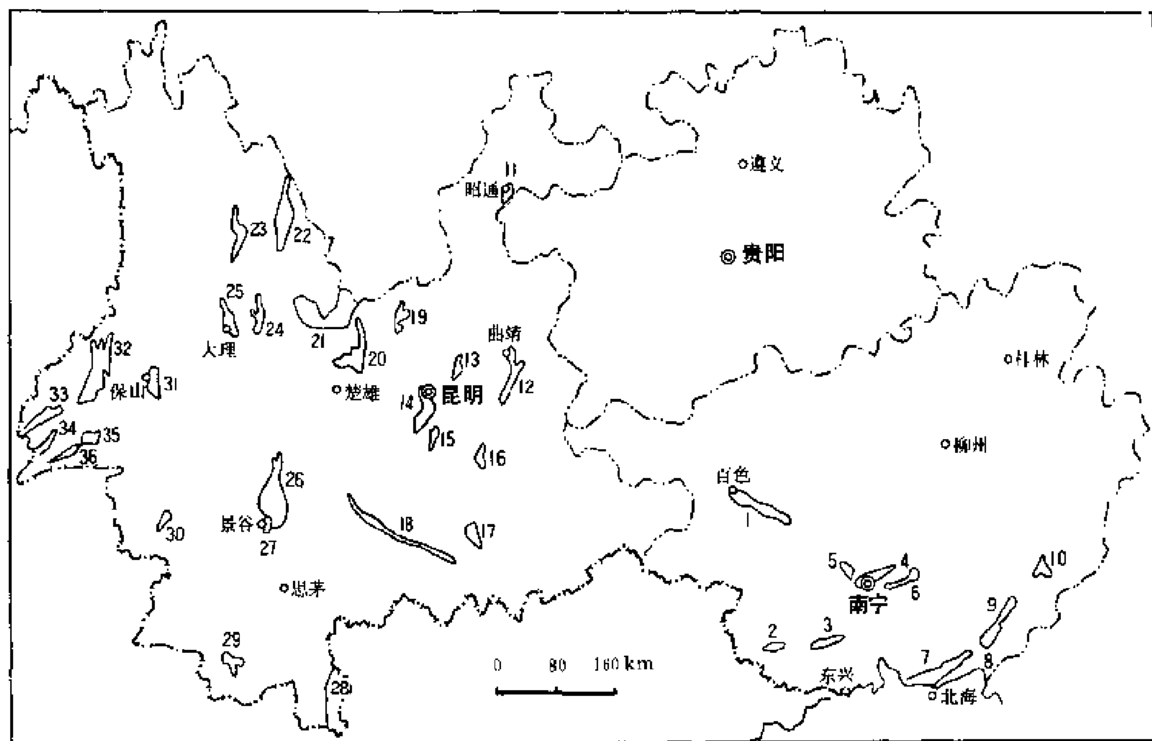


图 4-0-1　滇黔桂地区新生界盆地分布略图

（图中标号为盆地名称，见表 4-0-1）

由于滇黔桂地区地跨我国东西部两大性质不同的构造域，因此本区新生代沉积盆地的形成与发展也分别受这两个构造域影响。桂南地区盆地的走向以北东向为主，一般发育在古生界褶皱基底上，受断裂控制明显，边界断层性质以张性正断层为主；滇中地区发育北西向构造盆地，基底为中生界的褶皱系，盆地发育受北西向区域大断层控制，现今边界断层性质以逆冲断层为主；滇东北地区发育南北向盆地。滇西地处三江褶皱系和念青唐古拉褶皱系，盆地沿褶皱断裂带展布，盆地呈南北和南西走向。

从盆地内的新生代地层发育程度和上下构造层关系分析，本区新生代沉积盆地成盆期有四次。

第一次成盆期为燕山末期至喜山早期（K_2–E），如广西合浦盆地，形成于泥盆、志留系基底上，开始于晚白垩世，发育于早第三纪，中、新生界之间无沉积间断，盆地形成与断裂关系明显，为单边断裂箕状盆地；在云南如镇沅、永仁等盆地，它们多在中生界基础上形

成，具有一定的继承性，盆地的发育与地表已知断裂之关系不明显，上白垩统与下第三系为整合接触，而与下伏下白垩统为角度不整合或平行不整合，原始沉积盆地面积较大，现今所见多为后期构造变动和剥蚀作用分隔的残留盆地。

表 4-0-1 滇黔桂地区主要新生代沉积盆地数据表

序号	盆地名称	长(km)	宽(km)	面积(km^2)	延伸方向	新生界		下伏基底层位	油气显示	勘探程度	备注
						主要层位	地层厚度(m)				
1	百色	109	14	830	NW300°	E_2-N	3400	T_2	工业油流	详探、开发	
2	宁明	40	12	300	近东西	E_2-N	1700	J-P	气显示	已钻探井	
3	上思	51	11	360	近东西	E_2-N	1300	K-C			
4	南宁	63	14	870	NEE	E	2000	D ∈		已钻探井	
5	那龙	32	11	354	NW300°	E	1000	T_1-∈			
6	南阳	55	5	287	NE75°	E_{1-2}	>500	K			
7	合浦	80	7～15	950	NE60°	K_2-N	3200	D. S		已钻探井	西南端延入海域
8	南康	70	20	1100	NE60°	E、N		K-D			西南端延入海域
9	容县	24	23	270	NE	E_{1-2}	1400	S			
10	博白	72	15	800	NE40°	K_2-E_{1-2}	E1000 $K_2$3889	C-S			
11	昭通	25	15	260	SN	N	286	J-D			
12	越州	80	8～12	696	NE10°	E、N、Q	550	C-∈	气、油迹	已钻探井	
13	杨林	30	12	250	NE15°	N、Q	781	J-∈	气显示	已钻探井	
14	昆明	70	15～23	1000	SN	N-Q	1500	P_2	气显示	已钻探井	
15	澄江	42	10	276	NE10°	N-Q	354	J-∈			
16	弥勒	37	10	308	SN	E、N、Q	>403	T_2-C	气苗	已钻探井	
17	蒙自	34	16	415	NW340°	N、Q	647	T_2	气显示		
18	红河	134	2～5	402	NW300°	N	1834	J-An∈			
19	多立	40	13～20	522	SN	E	1819	K_1-∈			
20	元谋	72	10～32	1044	SN	E、N	3758	K_1-Z			

续表

序号	盆地名称	长 (km)	宽 (km)	面积 (km^2)	延伸方向	新生界		下伏基底层位	油气显示	勘探程度	备注
						主要层位	地层厚度 (m)				
21	永仁	70	15~40	2695	EW	E	6110	K_1-T_3			
22	宁蒗	103	10~17	942	NE10°	E	>1959	T_3-D			北端延入四川省境
23	鹤庆	40	5	390	SN	N、Q	1200	T_3-T_2	气显示		
24	宾川	48	7~10	357	SN	Q		J-P			
25	大理	70	10	484	NW340°	Q	2000	P-An∈	气苗		
26	镇沅	102	37	2000	SN	E	4726	K_1			
27	景谷	19	6	92	SN	N	2500	E	油显示	已钻探井	
28	勐腊	100	27	1500	SN	E、N	1320	K_1、J			南端延入老挝
29	勐海	37	2~12	250	NW300°	N-Q	>132	K_1-Z、γ_4			
30	耿马	32	7	241	NE	N	1016	J-P			
31	保山	27	10	245	SN	N	1090	T-∈			
32	腾冲	105	7-12	1357	NE20°	N、Q	2133	P、C、γ_5			
33	盈江	52	5~10	399	NE50°	N、Q	246	D、M①			
34	陇川	55	12	650	NE40°	N、Q	320^+	M			西南延入缅甸
35	潞西	25	11	269	EW	N、Q	1425	K_1-D、M			
36	瑞丽	50	5	301	NE60°	N、Q		J-P、M			

①M：时代不明变质岩。

第二次成盆期为始新世，如广西百色、宁明等盆地，盆地形成过程受断裂控制明显，多为单断箕状断陷盆地。

第三次成盆期为晚第三纪（N），在云南最为发育，如景谷、红河和耿马等盆地，它们发育在下第三系或中生界基底上，但继承性差，受断裂控制明显，沿大断裂带走向展布。多数为发育不均衡的双边断陷盆地，盆地面积较小，多呈狭长形。

第四次成盆期为第四纪（Q），如昆明、大理等盆地，盆地形成始于更新世或上新世晚期，发育在不同层位包括古老变质岩系等复杂基底之上，其成因多与断裂有关，现今仍处于

湖盆发育期。

表 4−0−2 滇黔桂地区新生代沉积盆地地层划分对照表

时代（盆地）		百色	南宁	宁明−上思	合浦	镇沅−景谷	昆明	勐腊
第四纪	全新世	全新统 Q_2	全新统 Q_n	第四系 Q	合浦群 Q_n	第四系 Q	草海组 QⅣ 滇池组 QⅢ	第四系 Q
	更新世	长蛇岭组 Q_1	长蛇岭组 Qp_2 狮子口组 Qp_1				松华组 QⅠ Ⅱ	
晚第三纪	上新世	建都岭组 $N_{1-2}j$			沙岗组 N_s	榈东组 N_2f	砾石层 N_2	上新统 N_2
	中新世	伏平组 N_1f		上思组 N_1s		景谷组 N_1		中新统 N_1
早第三纪	渐新世	百岗组 E_3b	邕宁组 E_3y	邕宁组 E_3y	酒席坑组 E_3J	勐腊群 E_{2-3}		勐腊群 E_{2-3}
	始新世	那读组 E_2^3n 红色岩组 $E_2^{1-2}h$	那读组 E_2^3n 红色岩组 $E_{1-2}h$	那读组 E_2n	下村组 E_2x	果郎组 E_2		小丫口组 E_2
	古新世				上洋组 E_1s	云龙组 E_1y		勐野井组 E_1
白垩纪	晚白垩世				乌家组 K_2w 石[illegible]组 K_2s			曼宽河组 K_2^2 曼岗组 K_2^1
基底地层		T_2-P	D · ∈	J、T	D、S	K_1	P−Z	K_1-J

本区新生代沉积盆地的主要地层划分和对比见表4−0−2。

云南地区早第三纪沉积，属于干旱炎热气候环境，生物较少，氧化程度高，不利于油气生成和保存。主要为红色含膏岩、盐岩及磨拉石，厚为10～4726米，其中古新统为主要含盐层，含盐岩层最厚可达500余米。上第三系为浅色含褐煤、油页岩碎屑岩，厚达2500米，属湖泊—湖沼相，其中以中新世为主要成煤期。晚第三纪古气候潮湿温暖，生物繁盛，沉积稳定，利于生油。中新统在滇西、滇南地区较发育，而滇东、滇北地区仅发育上新统。中新统为云南找油气之主要目的层。

广西早第三纪沉积与云南有明显差异，古新世及始新世早、中期沉积为红色含膏岩，属磨拉石建造。始新世晚期沉积为深色泥质岩，厚达1000多米，属深水—半深水湖相，渐新世沉积为浅色含煤碎屑岩建造，厚近千米，属浅湖—湖沼相。早第三纪古气候温湿，生物繁盛、沉积稳定，还原程度高，适于油气生成，始新世那读组为广西第三系找油气之重要目的层。

本区新生代沉积盆地内已见众多的油气显示，以盆地计，钻探见油显示的2个（百色、景谷），钻探见气显示的7个（百色、宁明、越州、杨林、昆明、鹤庆、蒙自），在地表见气

显示的有4个（通海、弥勒、文山、大理），此外尚有油页岩及不同程度的沥青显示。对上述油气显示，地质学家早自1936年起便先后进行地质调查。解放后，在区域地质调查和石油地质普查基础上，先后对重点盆地进行了地质详查、地球物理勘探及钻井勘探工作。至今为止，已进行油气钻探的盆地8个（百色、合浦、南宁、宁明、景谷、昆明、杨林、越州），获得有关石油地质和油气资源评价方面的资料，取得许多重要成果。其中以百色盆地勘探程度最高，1959年发现浅层油流，1977年获得自喷油流，随即进行勘探开发，于1989年建成五个油田。

勘探实践证明，本区新生代沉积盆地虽然面积小，但沉积厚度大，在长期稳定沉降条件下，沉积了较厚的生油岩系，具备油气生成的物质基础和油气保存、聚集条件，有希望找到“小而肥”的油气田。目前对新生代沉积盆地的勘探程度还比较低，尚待进一步的工作。

下面仅将目前勘探程度相对较高和含油气远景较大的几个盆地分述于后。

第一章 百色盆地

第一节 概 况

一、自然地理简况

百色盆地位于广西壮族自治区西南部，属百色、田阳、田东等县辖区。分布在东经106°34′～107°21′和北纬23°23′～23°47′之间。呈北西向长条状展布。盆地长109公里，宽2～14公里，面积830平方公里。

盆地地处右江两岸，地形为较平坦的河谷平原及低丘陵，海拔一般小于200米。盆地紧邻北回归线，属亚热带温湿季风气候。年平均气温21℃～22℃，冬暖夏热，1～2月份平均气温10℃，夏季气温可高达40℃。年降雨量约1000～1170毫米，多集中于5～9月。4～5月间局部地区有冰雹和旋风。

盆地内交通以公路为主，滇桂干线公路纵贯盆地，县乡间均可通车，右江河道可通机轮直达南宁市。水陆交通尚属方便。

二、勘探概况

百色盆地地质调查最早始于1933年，至今已有五十多年历史，盆地的调查勘探史，大体上可分为两个时期三个阶段。

1. 解放前时期——零星调查阶段（1933—1948年）

1933年李月三等调查田阳褐煤，给第三系创名"那坡系"。1935年当地居民发现田阳那满含油砂岩露头，1936年起，先后有许多地质学家对盆地进行地质调查，将第三系统称邕宁系，后又将其底部分出叫永福群，继尔发现另一油砂露头——田东岩怀含油砂岩。对于含油砂岩的油源问题，调查者倾向于来自第三系本身。

2. 解放后时期

(1) 普查勘探阶段（1954～1962年）　先后有石油、煤炭、水文等部门在此进行工作，为找油、找煤进行了浅井钻探。分别作了石油地质普查、详查及构造细测，并进行重磁力详查及电法普查。发现林蓬、新州及那满等含油构造。

1962年后由于国民经济调整而中断石油勘探工作。

(2) 勘探开发阶段（1970～1984）　此阶段工作特点是：工作连续持久，采用地质、地震、钻井、测井及试油五位一体的综合勘探方法。早期（1970～1975年）着眼于区域勘探，从盆地整体出发寻找有利油气聚集带，在全盆地进行地震普查（单次）；然后选择面积最大，沉积最厚和油气远景最好的田东凹陷作为重点勘探。1971年4月第一口中深井（百深1井）开钻。1973年开始在凹陷中北部勘探，百深5井（1973年8月～1974年2月）于井深1674.4～1830.2米井段发现11层总厚21.8米的油层和差油层，1974年5月试油获工业油流（日产原油0.86～1.56立方米）。

后期（1976～1984年），在田东凹陷北部进一步甩开勘探，继而在北部断阶带的仑2井（1977年3月～1977年6月）于井深789.4～800.8米发现油砂，1977年11月试油获自喷油流（日产14.5吨）。从此为田东凹陷找油打开了新局面。继而进行地震详查（六次覆盖）和

局部精查，集中力量在北部断阶带勘探；同时为加速油田的勘探与开发，1978 年起对仑圩开发区进行（245～320 米井距）滚动开发，1982 年 6 月建成投产，1984 年已达到年产油 3 万吨的能力。

本阶段主要勘探工作量见表 4–1–1。

表 4–1–1　百色盆地 1970 年～1984 年石油勘探工作量表

施工地震测线长(km)				石油钻探		试油井(口)	见油气显示井(口)	获工业油流井(口)	控制含油面积(km^2)
单　次		多次覆盖		井数(口)	总进尺(m)				
614		1181							
光点仪	模拟仪	六次模拟	十二次数字						
203.10	411.04	556.87	66	124	146327	93	66	34	15.068

（3）综合勘探开发阶段（1985～1989 年）　1985 年以来，滇黔桂石油勘探局集中力量在百色盆地开展了石油勘探。至 1989 年底，共完成地震测线 2240 公里，完钻探井 81 口，总进尺 130841 米。对 73 口井 147 层进行了试油，获工业油流井 22 口。控制含油面积总计 6.8 平方公里。

该时期，在百色盆地投入的工作量，相当于 1985 年以前总的工作量，其特点是：①加强了五位一体的综合勘探，特别是提高了地震勘探的质量（均为数字地震，30 次覆盖）；②扩大了勘探范围，除继续在田东凹陷勘探外，在那百凸起、田阳凹陷和百色凹陷进行了综合勘探；③见到了成效，在那百凸起上发现了雷公含油构造。在百色凹陷中发现了江泽含油气构造。在田东凹陷的花茶油田及仑圩油田中发现了新的含油断块。

与此同时，对盆地的地层、构造、油气生成和分布规律等各方面先后作了系统的专题和综合性研究，为盆地进一步油气勘探打下较好的基础。

第二节　地　　层

一、前新生界

前新生界分布于盆地外围，计有中、下三叠统、二叠系及石炭系。中三叠统大面积分布于盆地四周，成为盆地基底的主要地层，下三叠统及二叠系主要出露于盆地南缘，石炭系分布于盆地以南地区。

上石岩统（C_3）　为浅灰色石灰岩夹白云岩团块，厚 137～352 米。

下二叠统（P_1）　分栖霞、茅口两个组，为深灰、浅灰色厚层状细晶石灰岩间夹白云岩，厚为 293～742 米，与上石炭统呈整合接触。

上二叠统（P_2）　灰色中至厚层状石灰岩、含燧石灰岩夹白云岩，底部铁铝岩、铝土质岩夹煤层，厚为 83～169 米。与下二叠统呈整合接触。

下三叠统（T_1）　下部为灰绿色页岩夹火山碎屑岩，中、上部为深灰色薄层状石灰岩夹页岩。厚为 83～305 米，与二叠系呈整合接触。

中三叠统板纳组（T_2b）　岩性分区明显，盆地西侧为灰绿色中至厚层状粉至细砂岩与

页岩互层，底部夹火山碎屑岩。厚为 1787～2587 米。盆地东侧相变为浅灰色微晶石灰岩、白云岩夹深灰色泥质条带石灰岩及火山碎屑岩。厚度大于 1395 米。

中三叠统兰木组（T_2l） 为灰绿色页岩与粉至细砂岩互层，夹灰至深灰色中至厚层状石灰岩及泥灰岩，厚度大于 2070 米。

二、新生界

新生界是组成盆地的地层，早在 1933 年李月三曾将第三系创名为“那坡系”，后认为可与南宁盆地对比而统称为“邕宁系”。以后，尤其是在解放以后期间经过多人的研究和对比，第三纪地层单元的划分更趋完善，目前采用的地层单元如图 4-1-1 和表 4-1-2。自下而上分述如下:

1. 下第三系下、中始新统红色岩组（E_2n^{1-2}）

红色岩组由岩性而命名，为紫红色泥岩、砂质泥岩及砾岩组成旋回层，下粗上细，间夹石膏条带。厚为 0～367 米，一般可分为上、中、下三部分。

下部为砾岩，以灰色砾石为主，成分因地而异，为石灰岩或砂岩、泥岩组成，紫红色泥钙质胶结，厚 0～60 米，与下伏中三叠统呈不整合接触。

中部为紫红、棕红色砂质泥岩夹砂砾岩、钙质泥岩或石灰岩透镜体，含石膏，产介形虫和古脊椎化石（表 4-1-3）、厚为 0～100 米。

上部为紫红色砂质泥岩、钙质泥岩或灰白色泥灰岩、石灰岩，产古脊椎化石，厚为 0～50 米。

红色岩组主要分布于田东凹陷和百色凹陷，岩性及厚度变化大。田东凹陷一般厚为 30～60 米，凹陷北部六四一带为含钙质的紫红色砂、泥岩，厚达 367 米；凹陷南部林蓬、洞均一带夹角砾状淡水石灰岩；百色凹陷一般厚为 20～50 米，最大厚度为 135 米，岩相相对较单一。

2. 上始新统那读组（E_2n^3）

为深灰一褐灰色泥岩、钙质泥岩，下部夹砂岩、砂砾岩，富含螺蚌、介形虫类、藻类、孢粉及古脊椎等化石（表 4-1-3）。厚 67～900 米，与下伏红色岩组呈平行不整合接触，或超覆不整合于中三叠统之上。60 年代初期根据岩性划分为上、下两段：上段为泥岩段，下段为含煤含油气段。随着勘探程度的提高，70 年代后期在田东凹陷依据岩性、电性特征自上而下划分为三段（其中一、二段相当于泥岩段）:

那一段（E_2n^{3-1}） 为深灰、褐灰色泥岩夹多层劣质油页岩和菱铁质泥岩，其电阻率曲线形态为低阻波纹伏，厚为 47～237 米。

那二段（E_2n^{3-2}） 为褐灰色含钙质泥岩，上部质较纯。相应电阻率曲线形态为上部低阻波纹状，下部呈中锯齿状。厚为 38～279 米。

那三段（E_2n^{3-3}） 为灰黑、褐灰色泥岩、钙质泥岩、含碳质泥岩夹砂岩、褐煤，砂岩含油。厚为 0～534 米。

3. 渐新统百岗组（E_3b）

灰、绿灰色泥岩、砂质泥岩夹砂岩互层，中、下部夹较多煤层，丰产植物、孢粉、介形虫类、腹足类及古脊椎等化石。厚为 0～870 米。与下伏那读组间为平行不整合或整合接触。60 年代初期百岗组划分为上、下两段：上段为灰绿、深灰色泥岩、砂质泥岩夹灰色砂岩、碳质泥岩；下段为深灰、灰绿色泥岩夹灰白色砂岩、灰绿色粉砂岩。煤层及含油气砂岩多集中于下段。

地层					柱状图	厚度（m）	岩性简述
系	统	组	段	代号			
第四系				Q		0～70	灰褐、紫红色砂质粘土、砂砾石层
上第三系	上新统	建都岭组		$N_{1-2}j$		70～708	土黄、灰绿色泥岩、砂质泥岩与灰绿色中－厚层状粉砂岩互层
	中新统	伏平组		N_1f		521～800	灰绿色泥岩、砂质泥岩，夹薄层灰白色粉－细砂岩，含菱铁矿结核及条带
下第三系	渐新统	百岗组		E_3b		489～870	灰、灰绿色泥岩、砂质泥岩夹薄层粉－细砂岩，中、下部夹较多煤层，田东凹陷北部相变为黄绿、灰绿色砂砾岩与紫红色砂质泥岩互层
	始新统	那读组		E_2^3n		67～900	上部为灰色、褐灰色泥岩，盆地西部夹浅灰色粉砂岩、泥质粉砂岩及煤层；下部为灰色砂、泥岩互层夹煤层；田东凹陷北部边缘相变为褐灰夹紫红色砂泥岩及砾岩
		红色岩组		$E_2^{1-2}h$		0～367	紫红色泥岩、砂岩及砾岩，上部局部地区相变为白色淡水石灰岩
三叠系	中统			T_2			灰绿色页岩、粉砂岩夹灰、深灰色中－厚层状石灰岩

图 4-1-1　广西百色盆地第三系综合柱状图

70 年代中后期百岗组按沉积韵律自上而下划分为五段，其电阻率曲线呈锯齿状高低峰相间，在田东凹陷中部最为发育，田东凹陷北缘和田阳、百色凹陷由于岩性变化差异而难于五分。百岗组岩性总的变化趋势是由东往西砂质岩增多，泥质岩减少，普遍具钙质、铁质结核，厚度减薄。较为特殊的是田东凹陷北缘一带百岗组颜色变浅，多为灰绿、杂色及棕红色，岩性较杂，往往夹有砾岩，含砾泥岩，甚至以棕红色砾岩、含砾泥岩为主的山麓冲积相沉积。

表4－1－2 广西百色盆地第三系分层及主要特征简表

系	统	组（段）		厚度(m)	接触关系	地震标志层	钻井特点	视电阻率	孢粉优势组合	气候带
上第三系	上—中新统	建都岭组 (N_{1-2})		70 ～ 708			伏平组以上，为低钻时，不易捞上岩屑，成岩性差			
					整合					
上第三系	中新统	伏平组 N_1f		524 ～ 800					三沟粉 － 栎粉 － 松粉 － 具环水龙骨孢	中温型亚热带
					整合	T_1				
下第三系	渐新统	百岗组	一段 E_3b^1	489 ～ 870		T_2		锯齿状高低峰相间	栎粉 － 三沟粉 － 松粉 － 具环水龙骨孢	暖温型亚热带
			二段 E_3b^2							
			三段 E_3b^3						桤木粉 栎粉 － 三沟粉 － 松粉	
			四段 E_3b^4							
			五段 E_3b^5							
					整合和平行不整合	T_3				
下第三系	始新统 上部	那读组	一段 E_2n^{3-1}	47 ～ 234				那一、那二段由上至下，均由低阻波纹曲线与中阻锯齿状曲线组成。视电阻率值 10 ～ 20 欧姆米	栎粉 － 榆粉 － 松粉 － 杉粉	较温湿的亚热带
			二段 E_2n^{3-2}	38 ～ 279						
			三段 E_2n^{3-3}	123 ～ 534						
					平行不整合					
下第三系	始新统 中下部	红色岩组 $E_2h^{1、2}$		0 ～ 367		T_4				

表 4-1-3 百色盆地第三系生物化石组合特征表

		动物化石	植物化石	
		（包括腹足类、介形类、古脊椎等）	（包括植物孢粉及植物化石）	
建都岭组	$N_{1-2}j$	腹足类：瘤田螺、黑螺、广西螺、裸珠蚌等 古脊椎：与伏平组同	植物：马甲子、枣、似豆、爱花等	
伏平组	N_1f	腹足类：速大广西螺、似瘤田螺、肖型瘤田螺、短沟螺，椭园裸珠蚌、珠蚌等 古脊椎：公康石炭兽、广西石炭兽，澄碧东方石炭兽、中等东方石炭兽、田东沟齿兽、粗壮广西猪等	植物化石：马甲子、扑、肖蒲等 24 个属种 孢粉优势组合：（第四组合） 三沟粉—栎粉—松粉—具环水龙骨孢	主要孢粉含量： 被子植物：51～95.2% 裸子植物：4.9～44% 蕨类植物：7.4～40.6% 三沟粉 0～38% 小亨氏栎粉、栎粉 4.4～14.8% 松粉 1.6～22.3% 具环水龙骨孢 2.1～32.8%
百岗组	E_3b	腹足类：多旋脊副田螺、朱氏副田螺、卵型副田螺、广西似瘤田螺，李氏似瘤田螺、塔“黑螺”，那坡短沟螺，李氏中华黑螺、速大广西螺、盘螺等 介形类：小玻璃介、苏氏小玻璃介、湖花介、正星介、丽花介等 古脊椎：缅甸石炭兽、戈壁兽、胡氏华南两栖犀、短翅兽等	植物化石：耐脱樟、枣等 孢粉优势组合： 第三组合(E_3b^{1-2})： 栎粉—三沟粉—松粉—具环水龙骨孢。 第二组合(E_3b^{3-5})： 桤木粉—栎粉—三沟粉—松粉	主要孢粉含量： 被子植物：63.5～95.2% 裸子植物：1～38.7% 蕨类植物：1～7% 真桤木粉 0.6～35.6% 变形桤木粉 13～53.2% 小亨氏栎粉 0～5%、三沟粉 0～25%，松粉 0～11.1%，瘤面纹具环水龙骨孢 0～18.3%
那读组	E_2^3n	腹足类：李氏田螺近似种、螺蛳型田螺、粗瘤田螺、多旋脊副田螺、朱氏副田螺、广西似瘤田螺、卵型副田螺、残缺副田螺、李氏似瘤田螺、塔“黑螺”，速大广西螺，那坡短沟蜷螺，小球狭口螺等 介形类：浪游土星介、湖花介、真星介、小玻璃介、苏氏小玻璃介、奇异小玻璃介等 古脊椎：谷氏似原雷兽、红石炭兽、缅甸石炭兽、柯氏印度麝鹿、新脊犀、胡氏华南两栖犀、小种桂中兽、似方齿始爪兽、秀丽东方红石炭兽	植物化石：北极连香树、红杉、马甲子、枣、栎、番菌腾、爪馥木、桔、樱桃、雀梅腾 孢粉优势组合： 第一组合： 栎粉—榆粉—松粉—杉粉	主要孢粉含量： 被子植物 18.5～99.6% 裸子植物 0.5～81.5% 蕨类植物 0.6～3.1% 小栎粉 1.7～27.4%、小亨氏栎粉 2.5～45.7%、波形榆粉 0.8～40%、榆粉 0.9～13%、松粉 0～18%，破隙杉粉 0～8.5%，长杉 0～14%
红色岩组	$E_2^{1-2}h$	介形类：浪游土星介、真星介、湖花介 蜥蜴类： 于淡水灰岩层中产：粗壮安氏中兽、粗壮真恐角兽、似原雷兽、后沿雷兽、柯氏兽、双脊齿貘相似种、全脊貘		

4. 上第三系中新统伏平组 (N_1f)

为黄绿、灰绿色砂质泥岩、泥岩夹细砂岩，局部为砂岩、泥岩互层，部分含钙质或钙质结核及菱铁矿结核层，常夹砂泥岩透镜体，局部夹碳质页岩及煤线。一般下部砂岩较多，上部以泥岩为主，为一个较大的沉积韵律。厚达 524～800 米，产腹足、瓣鳃、孢粉及古脊椎等化石（表 4–1–3），与下伏百岗组呈整合接触。在田东、百色凹陷伏平组下部尚夹有 0.5～2 米的熔岩凝灰岩层 1～3 层。

5. 中、上新统建都岭组 ($N_{1-2}j$)

仅分布于田东、百色凹陷中心部位，出露厚为 70～708 米，为黄绿、青灰绿色块状细砂岩和砂质泥岩、泥岩。一般下部以砂岩为主，上部泥岩居多，局部地区为砂质泥岩夹细砂岩、粉砂岩、砂砾岩，百色凹陷夹有煤线。产螺蚌、龟甲壳、古脊椎及植物等化石（表 4–1–3），与下伏伏平组呈整合接触。

百色盆地第三系的动、植物化石组合特征汇总于表 4–1–3。

6. 第四系 (Q) 分为两个统

更新统长蛇岭组 (Q_p) 以河流沉积层为主，主要分布于右江流域两岸，局部可见石灰岩、残积层及洞穴堆积。田阳、田东两县交界处长蛇岭一带厚达 50～70 米，上部为黄褐色砂质泥岩，水平层理不清而发育交错层理，下部为灰白、粉红色砂岩，底部为砂砾岩和砾岩层，与下伏地层呈不整合接触。

全新统 (Q_p^h) 以灰褐、灰色粘土及砂质粘土为主，分布于右江河谷地带及稻田掩盖区。厚度 0～20 米不等。

三、第三系沉积特征

1. 红色岩组

是盆地形成初期产物，古气候干燥、氧化程度高，其分布受古地貌条件控制，起填平补齐作用。岩性、岩相变化较大，受古地貌和物源状况不同的制约。如田东凹陷南部沉积物主要来自上古生界及中生界之碳酸盐岩，形成富含钙质以至形成淡水石灰岩夹层；北部之沉积物源主要来自中三叠统砂泥岩，因而为砂泥岩沉积。

2. 那读组

1982 年曾对 143 口井资料作了岩比统计，依据指相矿物、沉积构造、化石组合、地球化学指标以及电性特征等，把百色盆地那读组划分为六种相（见图 4–1–2）。其中以浅湖相和深湖相最为发育，广布于田东、田阳、百色三凹陷内，为暗色泥质岩沉积，含黄铁矿及菱铁矿，沉积厚度可大于 900 米；沼泽—浅湖相一般环绕凹陷边缘分布，为暗色泥质岩夹砂岩，螺、鱼类及植物化石丰富，厚度变化较大（30～451 米）；沼泽—滨湖相主要分布于盆地东部那读一带，含有多层褐煤，砂岩占有比例亦较大（>30%）；山麓洪积相仅分布于田东凹陷北缘仑圩—六空一带，为一套红色泥质岩与砾岩间互层，砾石大小混杂，磨圆度极差，生物化石稀少，仅见有少许古脊椎化石；三角洲相分布于仑圩西南侧，据砂岩粒度分析主要为三角洲分支河道和前缘亚相，推测前缘亚相向南受同生断层影响可能会发育深水浊积岩。从古生物属性分析那读期古气候属温暖、潮湿、多雨的热带、亚热带气候。

3. 百岗组

对 104 口井资料统计分析后划分为三种岩相（见图 4–1–3），其中最为发育的为沼泽—浅湖相，分布于林蓬—那百—田阳一带，为灰绿、深灰色泥岩、砂岩互层夹多层褐煤，砂岩含量一般为 10～20%，普遍见黄铁矿、菱铁矿，富产螺、植物及古脊椎等化石；沼泽—滨

湖相主要分布于盆地中西部，次为田东新州一带，其特点是褐煤层数多，单层厚度一般小于1米，个别达5米，具三层可采煤，砂岩较发育，占总厚度百分比为30～50%；山麓洪积相仅见于田东凹陷北缘，沉积面积较之那读组为小，且相对往西推移，厚度较大（厚达700米），偶见煤线。从古生物属性分析，百岗期古气候与那读组相似，在沉积环境上有一定的继承性。

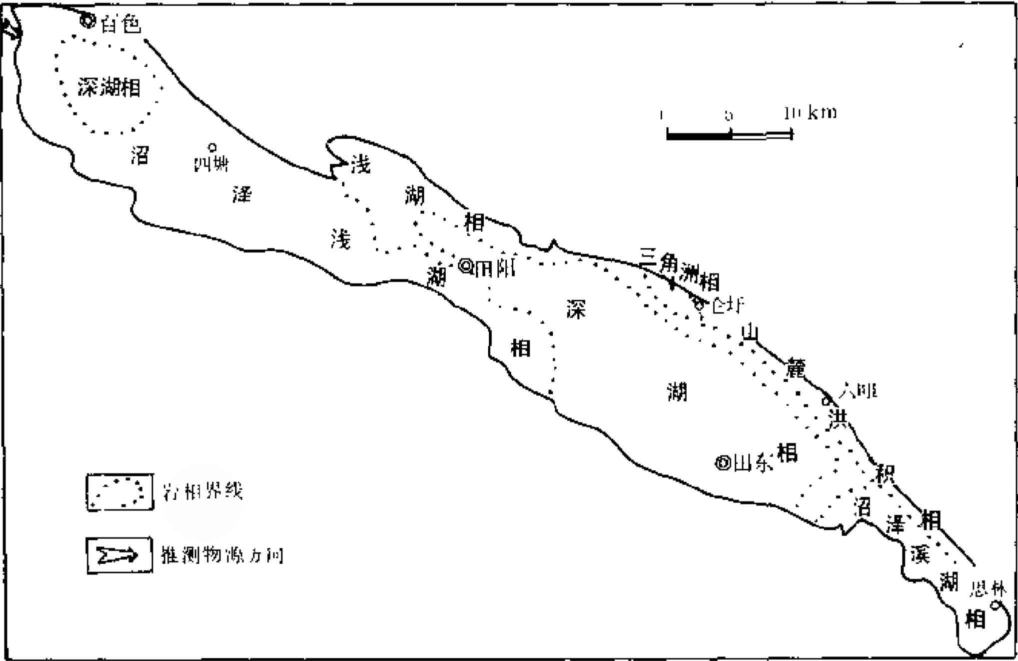


图4-1-2 广西百色盆地那读组岩相图

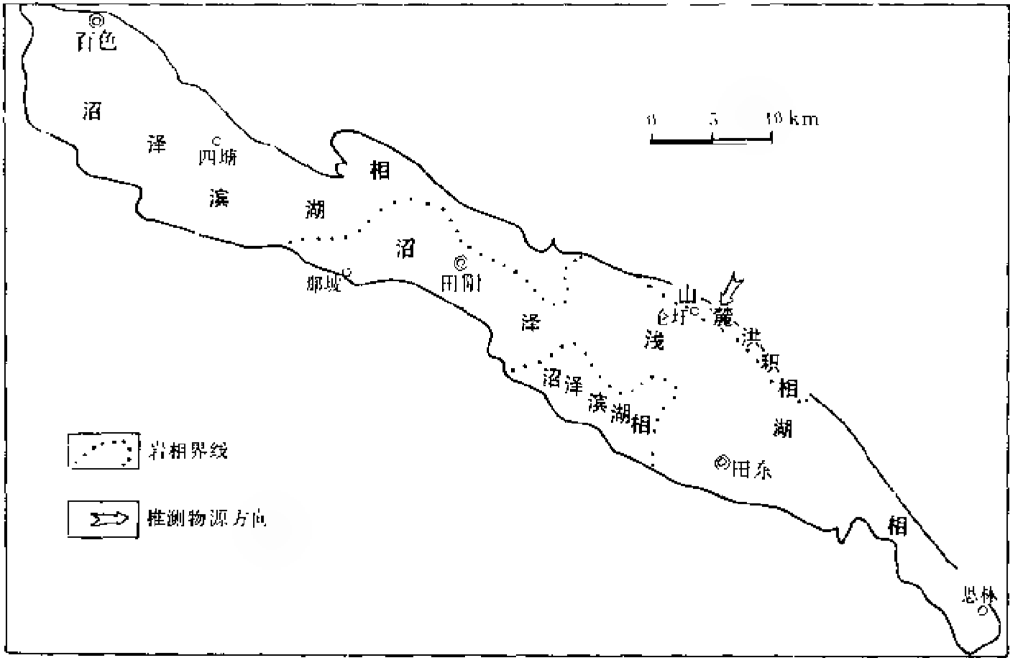


图4-1-3 广西百色盆地百岗组岩相图

第三节 构　　造

一、区域构造

百色盆地的大地构造位置属于华南褶皱系之印支（右江）褶皱带。是一个受北西向构造控制的、在中三叠统褶皱基底上形成的新生代内陆断陷盆地。

盆地呈狭长形，总走向为295°。盆地两侧的地质构造存在明显差异。西南侧出露地层较老，为寒武系至三叠系，褶皱紧密，断裂发育，构造线以东西向为主，并为北东、南北向之其它构造形迹所复杂化。东北侧出露地层较新，主要为中、下三叠统，构造线以北西向为主，褶皱紧密，压扭性断裂发育。三叠系及下伏地层在此地带组成那丹 果化复向斜，轴向315°左右，轴部地层为中三叠统兰木组及板纳组，其间存在北西向右江大断裂。百色盆地位于复向斜轴部之西南侧，在构造上具有一定的继承性。

基底地层为板纳组和兰木组。前者遍及全盆地，后者主要分布于盆地中、北部。据钻探资料，基底岩性大部分为轻变质之砂泥（页）岩互层，局部地段如田阳花茶及田东平马地区分布有石灰岩夹层。

自1958年起，盆地内先后作了程度不等的各种地球物理勘探工作。在田东—田阳地区作的电法试验结果表明，盆地内的地电剖面比较简单，BЭЗ曲线基本上为H型三层曲线和二层上升曲线两类。下三叠统石灰岩顶界为电测深标准层。当时选取的电阻率（15Ω·m）偏低，解释出的标准层埋藏深度为2000米，显然偏浅；1982年据电测井资料取中三叠统平均电阻率54.5Ω·m进行重新解释，最大埋深为4550米，得出高电阻标准层呈北西走向、南陡北缓之向斜。

盆地内的布格重力异常围绕盆地而变化，总体形态呈北陡南缓之不对称向斜，数值变化在-62～-84毫伽。北缘出现重力异常密集带，反映存在断裂。自东而西有林驮、韦宁、田阳及百色等四个重力低，大部呈北西走向（参见表4-1-4）。沉积盖层与下伏基底间存在明显密度界面（密度差为0.35g/cm^3），经推算基底埋深为2500米，分别出现田东、田阳及百色等三个沉降中心。

表4-1-4　广西百色盆地各重力低之参数表

重力低	中心位置	圈闭异常值(mGal)	轴　向	闭合面积(km^2)
林驮	思林-林驮	-67～-71	NW	30
韦林	田东西北	-76～-78	NW	85
田阳	田阳-二塘	76～-77	近EW	40
百色	百色龙望	-76～-84	NW	120

盆地内部磁场平静，异常幅度不大，总的分布为东部呈正异常，中西部显负异常。据大量样品磁化率数据统计，田东—平果地区泥盆纪至三叠纪沉积岩的磁化率基本上为零，而盆地第三纪地层则出现较高的磁化率（15—10^{3}K$^{10^{-6}}$）。因此盆地内正磁异常的出现与第三纪

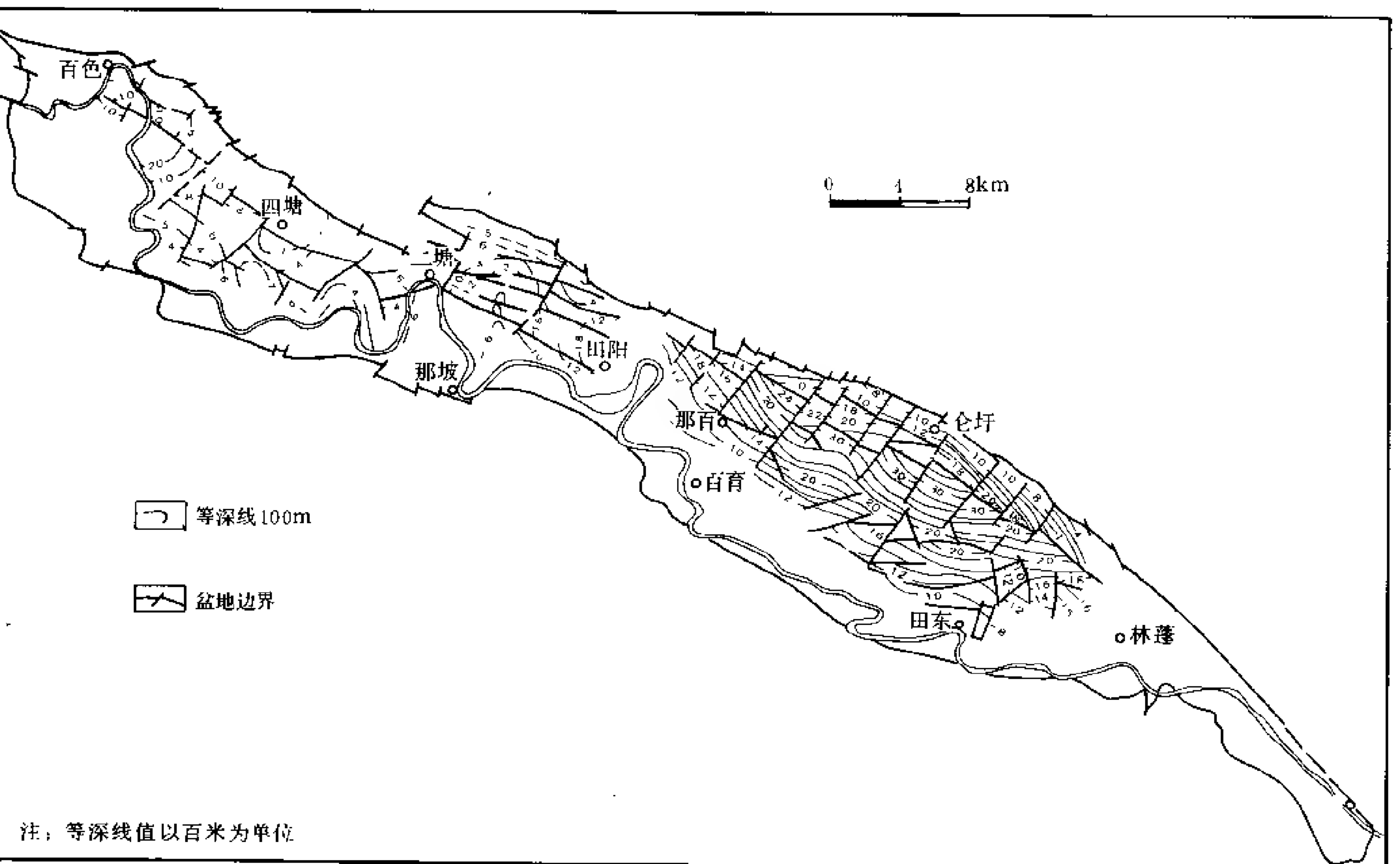


图 4-1-4　广西百色盆地地震第四反射层构造图

沉积的加厚有关。

地震剖面上可分出四个反射波组，其中 T_4 波组能在全盆地追踪，相当于第三系之底界，亦即盆地基底面。T_4 构造图（图 4−1−4）基本上反映了基底的起伏形态，存在田东、田阳和百色三个较大的凹陷区，基底埋深分别为 3400、2000 和 2300 米。

综合地质、物探和钻探资料，百色盆地北缘一般以断层为界，呈北断南超不对称向斜，向斜轴偏北，南北翼宽度比为 3∶1～7∶1。南翼倾角平缓（10°～20°），构造单一；北翼较陡（30°～40°），发育北西西向断层，呈断阶状，近轴部发育早期同生断层，构成中部断陷带（图 4−1−5、4−1−6）。

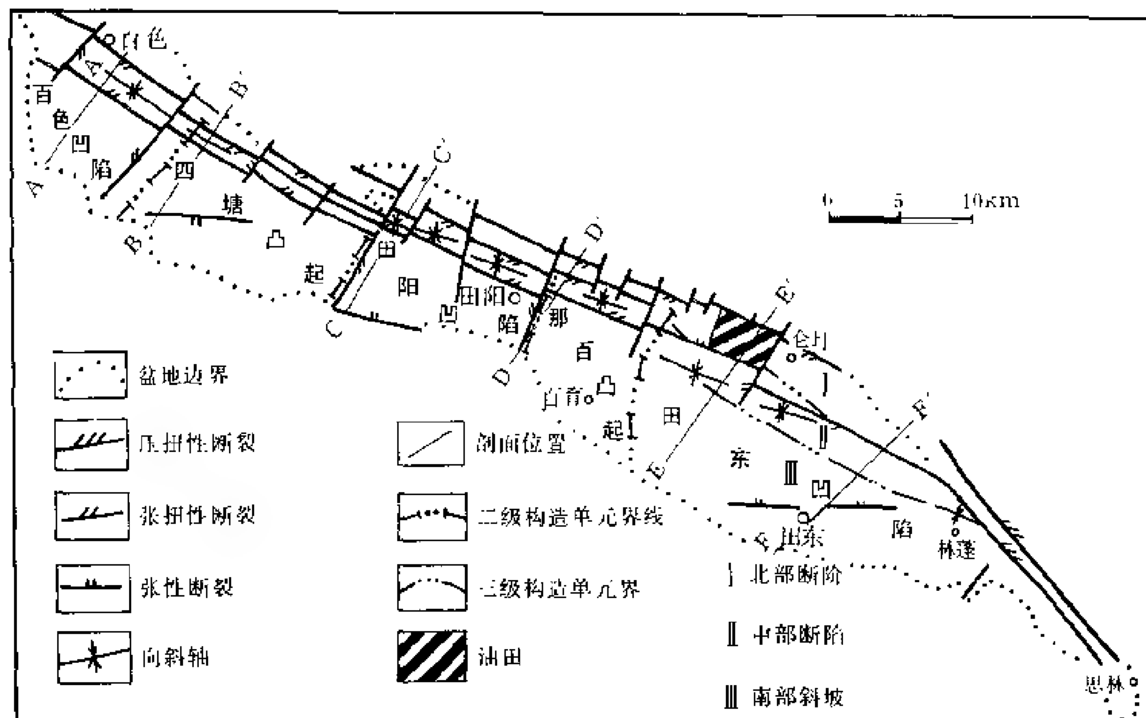


图 4−1−5　广西百色盆地基本构造格局图

盆地内褶皱一般不明显，断裂比较发育。断裂按其方向和性质的不同可分为四组：

（1）北西向断裂组　主要分布于盆地东端的北缘，走向 315°，为压扭性逆断层。中三叠统逆覆于第三系之上，断面北东倾，倾角 60°左右，第三系产状陡立甚至倒转，断距一般在 200 米。

（2）北西西向断裂组　走向 290～300°和盆地总走向一致，纵贯全盆地成为盆地的主要断裂。从断裂所在的构造部位和构造特征，自北而南平面上组合为四条：边界断层、分支断层、主干断层及南侧主断层。其中南侧主断层在田东凹陷不甚发育。

①边界断层沿盆地北缘展布，全长 60 公里，走向 290～295°，从地表槽探及钻探揭示，主要为断面南倾之扭张性正断层，断面倾角 60°～70°，局部亦可见断面北倾之逆断层。铅直断距一般在 500～1000 米间，最大可达 1600 米。

②分支断层规模较小，延伸不长，均伴随主干断层出现，属主干断层之派生产物。在田东凹陷称塘浮断层，断距 100～200 米。田阳凹陷称那楼断层，断距 100～300 米，百色凹陷的泉当断层断距较大，约 500 米。均为断面南西倾的正断层。

③主干断层西起百色经田阳至田东与北西向压扭性断层相接，全长72公里，走向295°左右，为南西倾张性正断层，为北东向断层一再错移。该断层为那读期之同生断层，在田东凹陷的许多地震剖面上，T_4波组明显错断，垂直断距可达1000米，而T_3波组则断距甚小，及至T_2波组断层已消失，断层南侧那读组厚达1400米，而北侧仅有170米左右，且向北尖灭，百岗组超覆于三叠系之上。

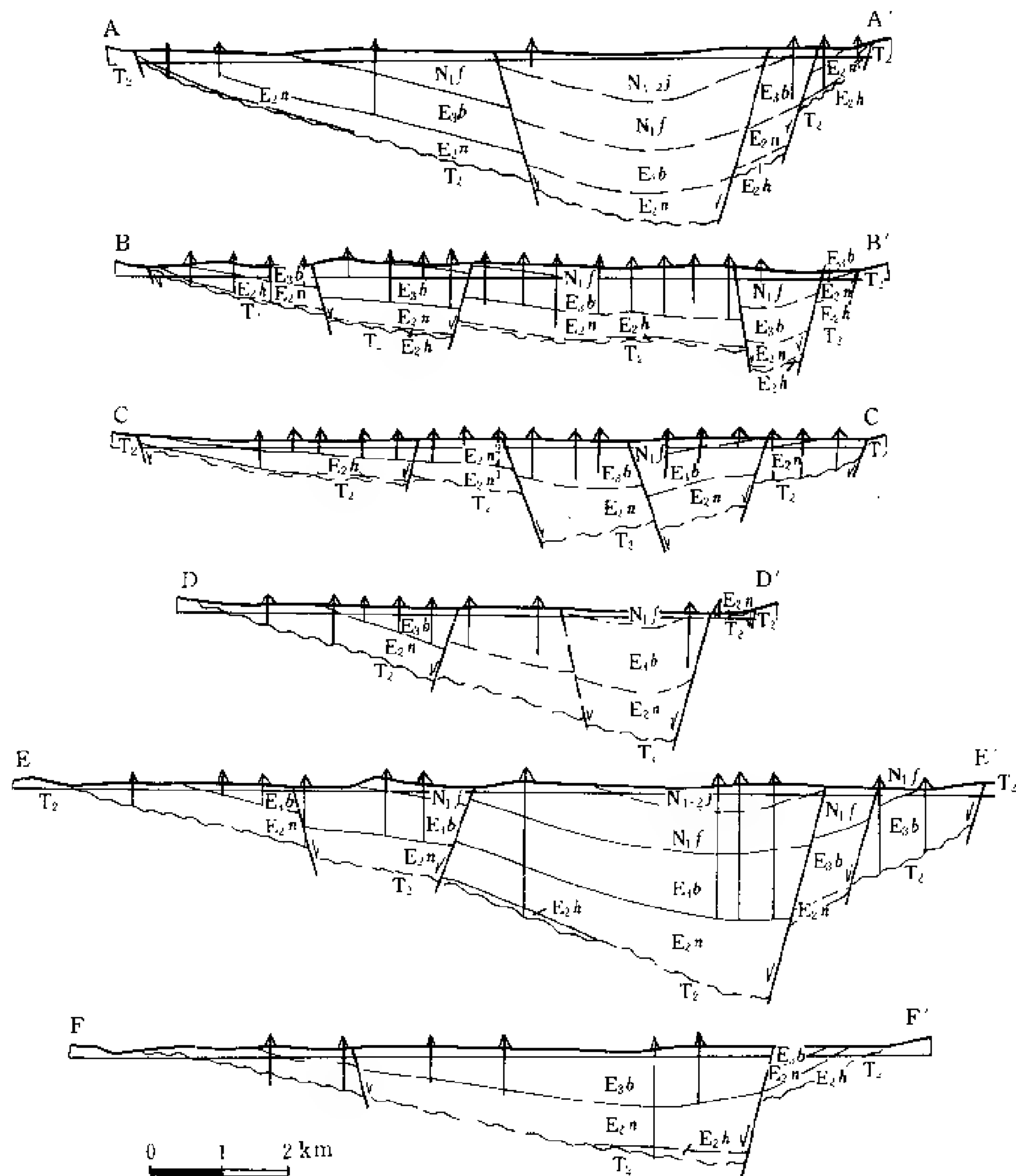


图4-1-6　百色盆地代表性构造横剖面图

④南侧主断层主要分布于那百凸起以西地区，长约40公里，断面北倾，南升北降，与主干断层相向平行展布，组成地堑，宽1～5公里，断距在200～500米间，亦属同生断层性质，由田阳凹陷YD21地震剖面显示较明显。

(3) 北东向断层组　大小断层30余条，长度0.1～11公里，其中有三条横贯盆地成为二级构造单元之分界线。断层走向一般NE30°～40°，属张扭性剪切平推断层，以左旋错动为主，水平断距一般为100～200米，个别达500～600米。

(4) 东西向断裂组　主要发育于盆地之南部，延伸不长，通常成束出现，断面倾向不定，均属张性正断层，断距一般小于200米。

二、构造单元划分

百色盆地二级构造单元的划分主要依据基底起伏形态、以及第三系发育程度和构造性质差异。自西而东划分为百色凹陷、四塘凸起、田阳凹陷、那百凸起及田东凹陷（图4—1—5）等五个二级构造单元，单元之间一般为北东向断层分隔。

盆地内各凹陷均为轴向北西、南缓北陡不对称向斜，沉降中心偏北。田东凹陷为单边断陷，其它两凹陷为地堑式断陷，断陷带宽3～5公里。凹陷内进一步划分出三级构造带，自北而南为北部断阶带，中部断陷带和南部斜坡带（表4—1—5）。在田东凹陷东端尚存一个小凹陷，因面积小，划为三级单元，称之为林驮次凹。

表4-1-5　广西百色盆地构造单元划分及参数表

构造单元			面积 (km^2)	第三系厚度(m)	出露最新地层
一级	二级	三级			
百色盆地	百色凹陷	北部断阶带	116	2300	建都岭组下段
		中部断陷带			
		南部斜坡带			
	四塘凸起		115	1000 局部1500	伏平组
	田阳凹陷	北部断阶带	125	2000	伏平组
		中部断陷带			
		南部斜坡带			
	那百凸起		90	1000 局部1800	伏平组
	田东凹陷	北部断阶带	344	3100	建都岭组上段
		中部断陷带			
		南部斜坡带			
		林驮次凹			

四塘凸起形似宽缓平台，基底微起伏呈“W”状，存在两个局部洼地，东北洼地为断陷带，走向北西；西南洼地呈南北向，与盆地走向斜交。地表断层较多，但规模不大。那百凸起为北东倾之基底鼻状隆起，东部与田阳凹陷呈过渡关系，北侧有一单边断陷，使田东、田阳凹陷沟通。

三、局部构造

在石油地质普查、详查工作中，盆地内先后发现地表局部构造14个（表4-1-6）。多数为鼻状背斜，少数为短轴或近穹隆状背斜，大都分布于盆地南半部，走向以北西西向为主，构造面积较小，为1～2平方公里。组成构造的地层以百岗组为主，倾角平缓，构造轴部或翼部常有断层分布，大部分地表局部构造均已钻探。

地质部中原石油物探队在盆地内圈定出25个重力局部正异常（表4-1-7）。异常形态一般呈椭园或长条形，长轴方向分为南东和近东西向两组，其面积多数小于1平方公里。

地震勘探得到T_1～T_4四个反射波组，其地质涵义分别为伏平组、百岗组上段、百岗组及那读组等的底界。T_4波组在全盆地可追踪，T_1～T_3波组仅在田东凹陷明显。T_4波组构造图部分地反映那读组的构造形态，更多的还是代表基底起伏。据地震成果显示的局部圈闭大体分背斜构造和断块两类。前者包括基底隆起，共有11个（表4-1-8），大部分已见油气流或显示；后者是指具封闭形式的大小断块，全盆地已发现31个，以田东凹陷为最多。

断块主要发育于北部断阶带，受北西、北东向断层控制，断块大都近似长方形，面积一般为3～4平方公里，在北西方向断距较小（100～200米），北东方向的断距较大，尤其是与中部断陷带交接处断距可达1600米。断块内的地层走向一般与断层斜交，倾角30°左右，形成不同程度的所谓"墙角"构造，有利于油气聚集。在南部斜坡上的断块，一般形状不规则，地层亦较平缓。盆地内断块特征综合于表4-1-9。

四、构造演化

1. 盆地发育阶段

百色盆地的形成，与北西向构造断裂密切相关（图4-1-7）。盆地的发育过程可分为断陷（始新世）和坳陷（渐新世至中新世）两个阶段。断陷阶段又可进一步分为局部断陷期（"红色岩"构造期）和断陷发育期（那读构造期）。

"红色岩"构造期（始新世早—中期），主要受北西向断裂的控制，在现今盆地的东西两端形成两个彼此分割的沿北西向断裂分布的狭长形断陷。初期地壳差异升降幅度较大，东部凹陷接受了红色粗碎屑岩沉积，西部凹陷亦沉积一套红色为主的砂、泥岩，间夹硬石膏和浅色淡水石灰岩。

那读构造期（始新世中—晚期），北西西向拉张性断裂进一步发展，断陷扩大使东西凹陷联成一体，形成统一湖盆，沉积一套浅—深湖相砂、泥岩。北西西向的断裂为那读期之同生断层，在断层两侧造成沉积岩相和沉积厚度的巨大差异，那读组厚度在断层上升盘为170～200米，在下盘一侧可达1400米，生长指数达8：1。

那读期末，湖盆曾一度上升，地层遭受平缓的构造形变和水上、水下的剥蚀—冲蚀作用（百色构造运动），尔后在渐新世早期再度下降从而进入坳陷阶段。百色运动所形成的构造形迹在地表、井下以及地震剖面上均可见及。田东凹陷地震D6.5测线时间剖面上，在平缓的T_3反射波组（相当于百岗组底界）之下、T_4波组（相当于那读组底界）在靠近主干断裂附近呈平缓背斜褶曲，背斜顶部具削顶形迹。在D_{29}、D_{31}及田阳凹陷的YD21等测线均可见到T_4反射层序与上覆T_3波组间的交角不整一现象，存在侵蚀不整合关系。田东大塘至了桑一带经地表露头追踪对比后发现，百岗组底部的黄绿色砾岩超覆不整合于那读组和红色岩组不同层位上。

盆地自那读末期进入坳陷阶段后，断裂活动基本停止，湖盆水体逐渐扩大并向北侵进。在田东凹陷北部由于地形差异大，发育一套泥、砾岩互层之洪积相沉积。百岗期湖盆水体范围在盆地发展史中达到最大，但其下降幅度则远比那读期为小，水体较浅，沉积砂质岩比例

表 4-1-6　百色盆地地表局部构造一览表

编号	构造名称	地理位置	构造轴向	两翼倾角	断层情况	轴部出露地层	构造范围 长(km)	构造范围 宽(km)	构造范围 面积(km^2)	完钻井数	含油气情况	备注
1	林逢鼻状构造	田东林逢	近南北,向北倾伏	W 翼 15°± E 翼 13°±	"鼻状"部位有近南北向平推逆断层	E_3h E_2n	2	2	4	40	构造东北侧地表见油砂,钻井出油流。	
2	那帮鼻状构造	田东那帮屯东南 1.5km	NW~SE,向 NW 倾伏	NE 翼 25°~44° SW 翼 15°~30°	NE 翼有二条断面 NE 倾之逆断层	E_2n	1.2	0.7	0.84	3		
3	怀吉背斜	田东巴怀—绿吉间	自西至东由 NW 向渐转为 NE	5°~15°	北、东、南三侧均为断层切割	E_2b 上段	2	1	2	3	钻井见油气显示	
4	合乐背斜	田东合乐—大塘	NE—SW	15°~20°	南翼有一条近 EW 向正断层	E_2b 上段	2	0.8	1.6	4	钻井见微含油砂	合乐、那沙及大还三构造曾统称为"田东构造"的三个高点
5	那沙背斜	田东那沙—小龙	近东西		同上	同上			0.4	4	气显示	
6	大还鼻状构造	田东大还屯	NEE,向近东倾伏	20°±	同上	同上			1	2		
7	祥周鼻状构造	田东祥周之北 2km	近东西,向东倾伏	20°		E_2b(为 Q 所覆盖)	1.3	1	1.3	8	钻井见油砂	地表为第四系覆盖,据浅井发现
8	新州鼻状构造	田东新州北 2.5km	NWW—SEE,向东倾伏	N 翼 16°~26° S 翼 15°~20°	南翼有一近东西向正断层	E_2b	2	1	2	33	钻井出油流	
9	绿托鼻状构造	田东绿托屯	NWW—SEE,向 SEE 倾伏	15°~20°		E_2b			1	2	微含油迹	
10	那满挠曲构造	田阳那满—百育一带	NE 倾单斜挠曲	倾向 NE30°~45° 倾角由 5°变至 20°	存在东西、北西向二组正断层	E_2n (覆盖)			9	5.2	地表见油砂露头,钻井普遍见油砂	
11	赖毕构造	田阳百峰东北约 2km	略呈 NW 向,近似穹隆状	周翼倾角 15°±	SE 翼有一断面 NW 倾之正断层	E_2b 下段			2.5	5		
12	那旺鼻状构造	百色那旺(大和)屯	NE—SE,向 NE 倾伏	NW 翼 13°~15° SE 翼 15°~20°	两翼具 NW 向逆断层,轴部具 NNE 向正断层	E_2n			6	6		
13	福禄鼻状构造	百色福禄北侧	近东西,向东倾伏	10°~25°	北、东、南三侧均为断层切割	E_2b 下段	2	1	2	6		
14	百色鼻状构造	百色城西 1km	NW,向 SE 倾伏	15°~20°	NW 端为正断层所切	E_2n 上段			0.8			

表 4-1-7 广西百色盆地重力局部异常统计表

顺序	异常名称	位置	闭合差（艾维）	长轴走向	长(km)	宽(km)	面积(km^2)	
1	怀吉正异常	田东怀吉	10	NW	4	1.5	3	
2	合乐正异常	田东 NE3km	10	近 EW	3.5	1.2	3.2	
3	龙梅正异常	田东 NEE5km	<5	E-W	1	0.5	0.4	
4	马鞍正异常	田东 NEE3km	<5	EW	1.3	0.4	0.3	
5	那沙正异常	田东 NW2km	<5	EW	1.8	0.5	0.6	
6	大还屯正异常	田东 NW5km	<5	近 EW	1.6	0.5	0.7	
7	那怡岭正异常	田东 NNW5km	10	近 EW	7.5	1.4	9	有两个异常点
8	香炉正异常	田东 NW9km	<5	NE	2.1	1.1	1.6	
9	绿托正异常	田东新州北 4km	<5	NW	4.6	0.7	3	
10	那百正异常	田阳百育北 3km	<5	NW	2.8	0.6	1.3	
11	渌端正异常	田阳百育 NE4.5km	<5	NW	2.1	0.5	1.1	
12	那基正异常	田阳百育 NNE6.5km	<5	NW	2.1	0.9	1.6	
13	巴南岭正异常	田阳 SE3.5km	<5	SEE	4.2	0.5	1.7	
14	那立东正异常	田阳 SE2km	<5	EW	1.8	0.6	0.9	
15	田州镇正异常	田阳 NW0.5km	10	SEE	4.7	0.8	35	
16	百渠村正异常	田阳 NW4km	<5	SEE	3.5	0.5	1.6	
17	南极正异常	田东仑圩 SW2km	<5	SN	1.4	0.5	0.6	
18	东家正异常	田东仑圩南 3km	<5	NW	1.2	0.5	0.5	
19	那马正异常	田东仑圩 SE3km	<5	NW	1.7	0.6	0.8	
20	那央正异常	田东仑圩 SE5km	<5	NW	2.1	0.5	0.9	
21	横岭正异常	田阳二塘 SE55km	10	近 EW	3.1	2.1	3	
22	白荷正异常	田阳二塘 SE4km	<5	EW	0.8	0.5	0.3	
23	波洪岭正异常	田阳二塘南 4km	<5	穹窿状	1.2	1.0	0.8	
24	大联村正异常	田阳二塘 SW4~5km	<5	NE	1.5	0.7	0.7	异常西南端圈闭不完全
25	那列岭正异常	田阳二塘 SWW6km	<5	NE	1.2	0.8	0.8	同上

较高的浅湖相砂泥岩和半沼泽相含煤层。

百岗末期盆地坳陷作用发展到高潮，之后相对静止，自晚第三纪开始湖盆进入收缩期，由浅湖、滨湖相沉积渐转为河流相堆积。第三纪末期以断裂构造为特征的田阳运动结束了百色盆地的湖盆沉积，形成盆地现今构造格局（图 4-1-8）。

表 4-1-8　百色盆地潜伏背斜构造统计表

顺序	名称	位置	地震反射层	轴向	轴长 (km)	闭合面积 (km^2)	闭合差 (m)	高点埋深 (m)	构造特征	含油气情况
1	巴怀断裂背斜	田东凹陷南部斜坡带东端	T_4	东西	2	3.5	200	1350	轴部为东西向断层，东西端为南北向断层所截	山探见油气
2	上法鼻状构造	田东凹陷南部斜坡带	T_4	北东倾伏	1.5	3.8	300	1700	西端为南北向断层所截，近轴部有NE向断层	见工业油流
3	却霖鼻状构造	田东凹陷北部断阶带	T_4	南西倾伏	1.3	1.2	300	600	北端为边界断层、近轴部为NE向断层分为两部分	见工业油流
4	塘寨鼻状构造	田东凹陷北部断阶带	T_3	南偏西倾伏	1.2	3.5	300	1100	北端为NWW断层所截，轴部为NE向断层分隔	见工业油流
5	韦宁背斜	田东凹陷中部断陷带	T_4	北西倾伏	1.5	2.6	250	2400	基底鼻状隆起断层遮挡	见油气显示
6	那坤基底隆起	田东凹陷中部断陷带	T_4	近东西		20（范围近）			南北侧为断层遮挡，北西向断层分割成三个断鼻	见油砂
7	禄端墙角构造	那白凸起南部斜坡	T_4	北西		4	500	1300	NE、NW断层交汇遮挡	见工业气流
8	白果鼻状构造	田阳凹陷北部断阶带	T_4	南西倾伏	1.5	1.6	130	350	垂直轴向二条NWW向断层切割成二部分	
9	头塘鼻状构造	田阳凹陷南部斜坡带	T_4	南北向北倾伏	3	>1.3	100	1000	为NWW向断层切割成三部分	见油砂
10	八冬—那照鼻状构造	四塘凸起东部南坡	T_4	南北向北倾状		9	150	400	为南北向及东西向二个鼻状背斜交错组成	
11	上那爷背斜	四塘凸起西部南坡		北西	4	10.8	100	500	西北端为断层遮挡	见油气显示

表 4-1-9　百色盆地断块特征统计表

构造单元	构造部位	断块数(个)	一般形状	面积(km²)			断块顶面高低差(m)			断距(m)			见油气断块数	备注
				最大	最小	一般	最大	最小	一般	最大	最小	一般		
田东凹陷	北部断阶带	12	长方形	5.4	1.6	3~4.5	1200	400	600	1500	50	200~400	7	
	南部斜坡带	5	梯形、三角形	3	0.6	2~3	800	100	300	600	50	100	4	有2个断块与鼻状构造重复
那百凸起	北部	3	长方形	4	1.6	2~4	500	100	300	1600	100	100	2	
田阳凹陷	北部断阶带	3	窄长方形	5.5		3	400	100	300	700	150	600		有2个与鼻状构造重复
	中部断陷带	3	长方形、三角形	8	1.9		500	300	300	700	100	400	1	一个断块与鼻状构造重复
四塘凸起	南部	4	梯形、三角形	10	5	6~9	350	150	200	200	50	100		有3个断块与鼻状构造重复
百色凹陷	北部断阶带	1	近长方形			2			700	1400	200	1000		

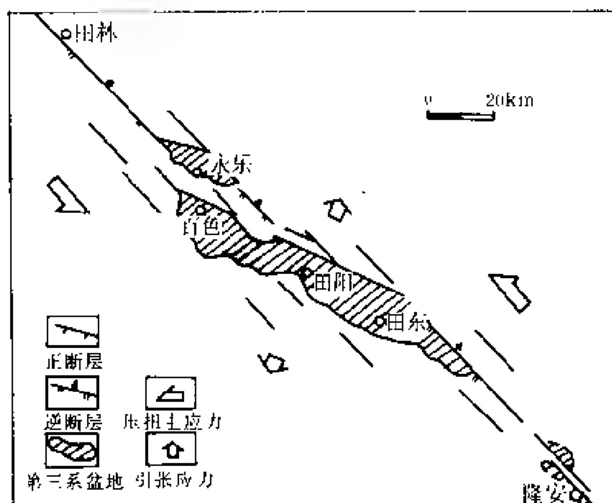


图 4-1-7 广西百色盆地形成机制示意图

2. 沉降中心迁移

百色盆地发展的另一特征是沉降中心在平面上迁移。在盆地发育期间，沉降中心在平面上反复摆动。那读期由于基底不均衡活动和同生断裂作用的影响，沉积中心与沉降中心出现不一致现象。

在东西方向（沿盆地走向），始新世"红色岩"早期沉降中心位于东部，中后期西部四塘地区开始下陷并继尔发展成为那读早期的沉降中心，其时沉积中心仍位于盆地东部。那读中后期沉降中心渐转移至田东一带，渐新世百岗期曾一度西移至田阳附近，中新世又复东移至田东东加一带。与此同时，盆地西部处于不均衡掀斜的抬升端，原属早期坳陷的四塘地区开始上降，以致在中新世末期百色盆地被分割。中、上新世期间盆地东端稍为抬升，沉降中心又向西移至建都岭一带。

在南北方向（横切盆地走向），以田东凹陷为例，沉降中心在"红色岩"期偏北，那读期偏南，百岗期又复北移，伏平期复偏南，建都岭期又偏北，尔后又同南，沉降中心往复摆动。

无论在南北或东西方向，沉降中心周期变迁并非作简单的重复，而是递进转化：一是摆动的幅度由大变小，反映该地区地壳变动的能量处于由"动"到相对"静"的转化过程；二是沉降中心有一个总的变迁方向，即自西向东和自北朝南变迁的总趋势，反映盆地周边地区西、北侧的抬升比东、南为大。

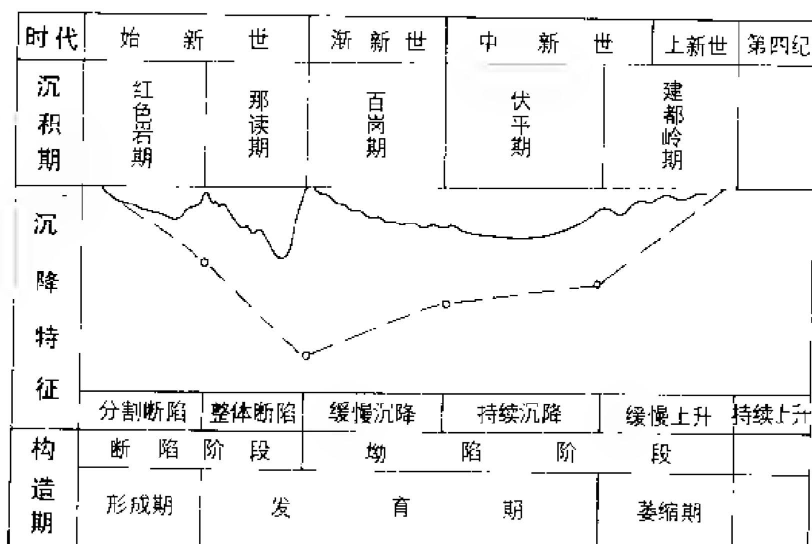


图 4-1-8 广西百色盆地构造发育分期图

第四节　生　油　层

一、油气显示

百色盆地见地面油砂露头两处，油气显示井 198 口（包括煤田钻孔，分布见图 4-1-9），其中田东凹陷见油气显示井 182 口，占总显示井数之 91.9%，为盆地内见油气显示数量最多，分布范围最广的一个凹陷；其中以北带油气显示最集中，南带油气显示分布范围广。田阳、百色两凹陷由于勘探程度低、钻探少，虽已发现含油气构造，但油气显示井数量明显少。

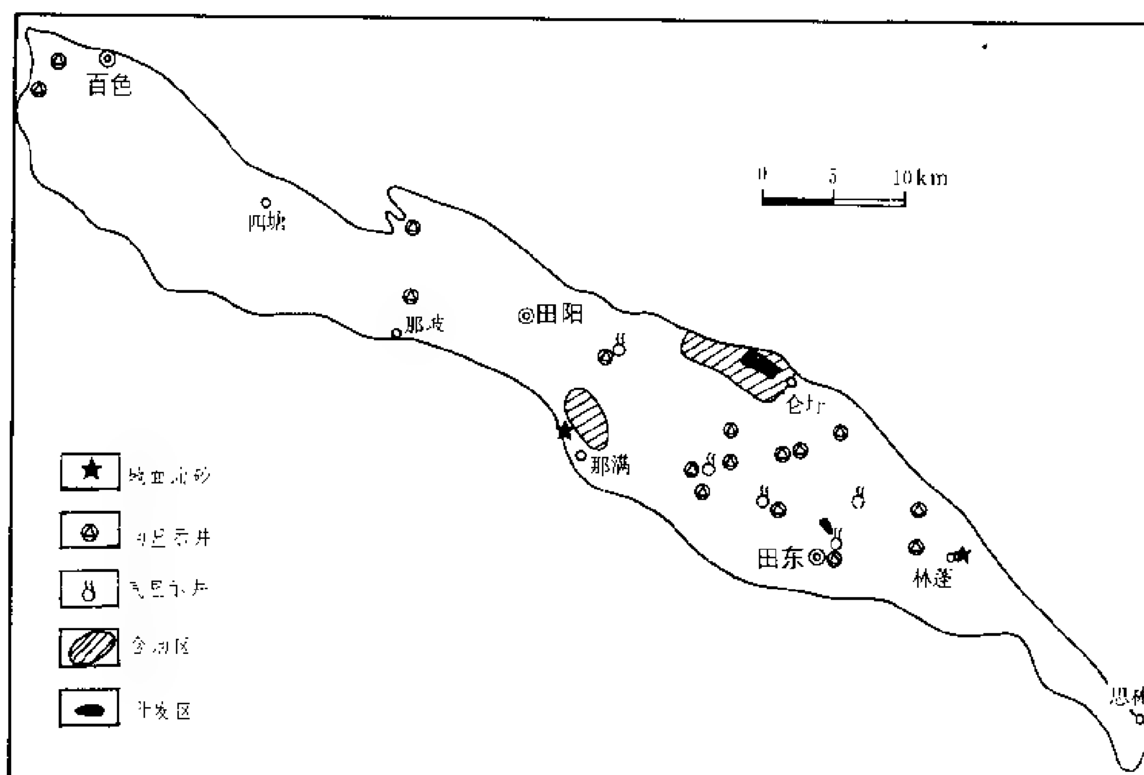


图 4-1-9　广西百色盆地油气显示分布图

含油气层位主要有三个，自下而上为中三叠统、第三系那读组下段和百岗组四、五段。前者主要为石灰岩含油，见于田东凹陷北部花茶及南部上法等地区，局部为砂岩含油（仓圩地区）；后两个层位为砂岩含油，其中那读组下段砂岩储油物性较好。

储油气空间类型大体有四种：即砂岩孔隙、石灰岩裂隙与晶洞、泥岩裂隙及生物化石体腔。以前两种类型为主，工业油流均产于其中。

二、生油岩层系

从沉积特征分析，百色盆地第三系五个组中以那读组和百岗组的生油性能为最好。那读组的深湖—半深湖相灰—深灰色泥质岩，厚度较大（600～900 米），属长期稳定沉积环境下的沉积物，古气候温暖潮湿，各类生物尤其是水生浮游生物繁盛。加之沉积速率大（0.175 毫米／年），利于形成还原环境，（表 4-1-10）保存条件较好，有利于生油。百岗组一般为

浅湖相含煤碎屑岩，属中等还原环境，生物繁盛，沉积速率亦较大（0.077毫米／年），同样具有生油条件，但较那读组差。

表4-1-10　广西百色盆地K、S^2值统计表

层　位	岩　　性	还原系数 (K)[①]	S^{2-}(%)	地球化学相	生油条件
N_1f	灰绿、棕红色泥岩		0.01～0.06	强-弱氧化	差
E_3b	浅灰、灰色泥岩夹煤	0.13～0.30	0.01～0.32	弱氧化-弱还原	较差-较好
E_2n	灰、深灰色泥岩	0.21～0.30	0.05～0.29	弱还原-还原	较好-好
E_2h	紫红色砂泥岩夹砾岩	0.07～0.14	0.04～0.07	弱-强氧化	差

注：①$K=\frac{Fe^{2+}_{HCl}\times 0.236+Fe^{2+}_{FeS}}{FeO}$

表4-1-11　广西百色盆地下第三系暗色泥岩有机质及族组分统计[①]

凹陷	层位	沉　积　相	C (%)	"A" (%)	烃含量 (ppm)	族组分(%) 饱和烃	芳烃	非烃+沥青质	生油岩评价
田东	E_3b	沼泽-浅湖	0.76 (82)	0.0622 (67)	132 (24)	17.10 (31)	10.53 (31)	72.37 (31)	差-较好
	E_2n	半深湖-深湖	1.19 (93)	0.0962 (87)	510 (50)	27.05 (67)	13.03 (67)	59.92 (67)	好
田阳	E_3b	沼泽-浅湖	0.68	0.0213 (14)	151 (3)	19.26 (4)	5.82 (4)	74.92 (4)	差-较好
	E_2n	半深湖	1.46 (18)	0.0559 (16)	183 (11)	20.46 (11)	10.46 (11)	69.08 (11)	较好-好
百色	E_3b	浅湖-沼泽	1.43 (4)	0.0481 (4)	180 (5)	23.51 (6)	12.76 (6)	63.73 (6)	差-较好
	E_2n	半深湖-深湖	1.79 (22)	0.0668 (21)	280 (13)	27.10 (15)	13.03 (15)	59.87 (15)	较好-好

①表中数值为平均值，括号内为样品数。

三、有机质丰度

百色盆地那读组及百岗组中暗色泥岩的有机质丰度统计见表4-1-11，与国内东部第三系盆地生油岩标准比较，一般为中等，部分达到或接近于优质生油岩指标。那读组的有机质丰度略高于百岗组。那读组暗色泥岩为盆地之主要生油层。在平面分布上，百色凹陷的有机质丰度略高于田东凹陷，而田东凹陷的那读组的生油岩总烃含量（表4-1-11）则高于其它两个凹陷。

四、有机质类型

有关生油岩有机质类型方面的研究，先后作了干酪根镜检（显微部分）、元素、热解、红外光谱、碳同位素和热解气相色谱等分析。

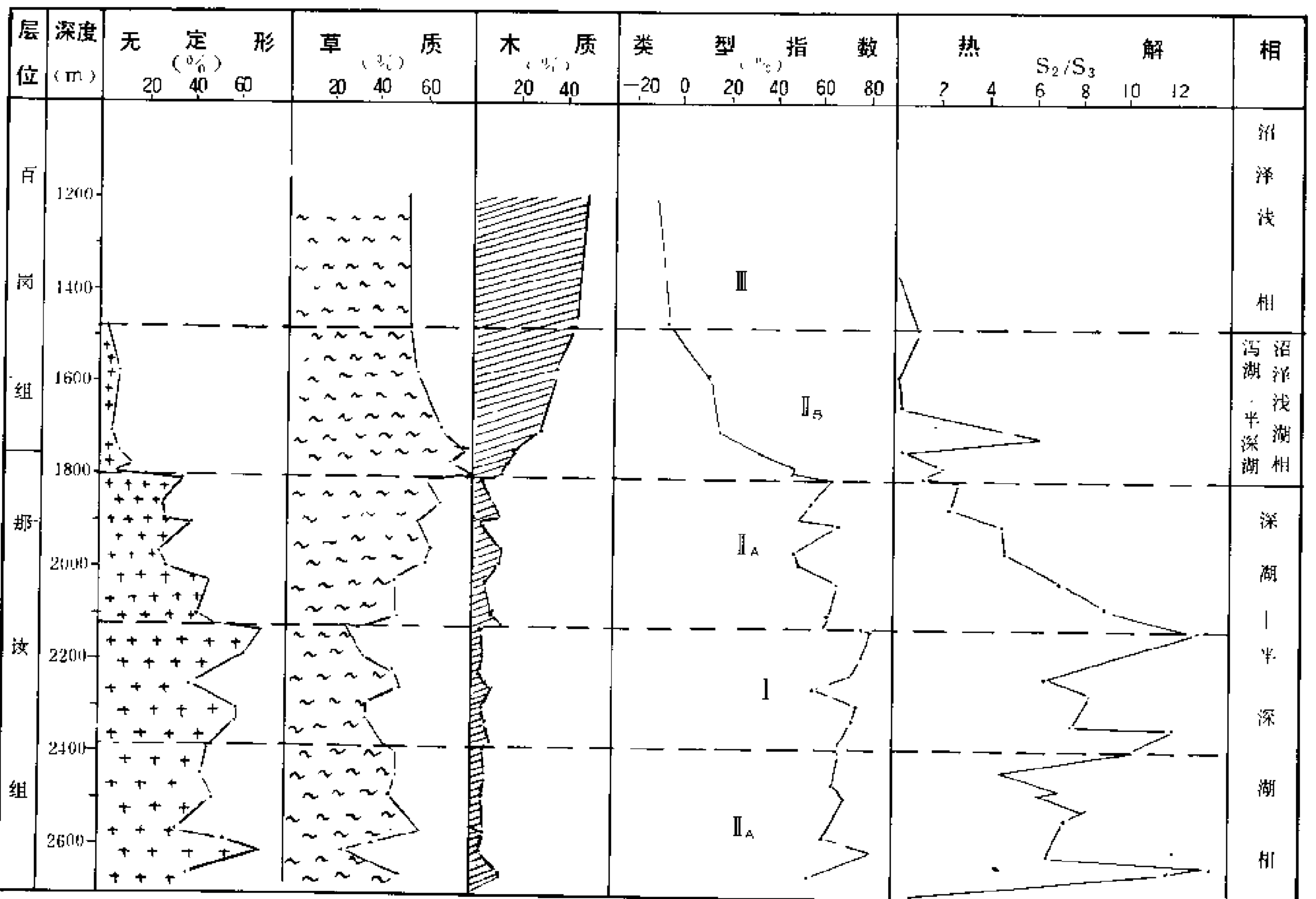


图 4-1-10 广西百色盆地百 20 井干酪根显微组分及类型分布图

1. 干酪根镜下特征

田东凹陷百 20 井作了较系统（27 个样）的干酪根镜检分析（图 4–1–10），干酪根类型大体可分为三段：那读组（井深 1750～2658 米）为腐植—腐泥型至腐泥型（$Ⅱ_A$—Ⅰ）；百岗组下部（井深 1480～1735 米）为腐泥—腐植型（$Ⅱ_B$）；百岗组上部（井深 1196～1480 米）为腐植型（Ⅲ）。

2. 元素分析

干酪根元素分析统计（表 4–1–12）说明，随层位的不同元素的含量分布具有规律性的变化，地层时代由老至新，碳（C）与氢（H）的含量由高变低，（O+N+S）含量则由低变高。从 H／C 与 O／C 原子比值分析，那读组基本上属于Ⅰ型，生油岩母质类型好，百岗组属 $Ⅱ_B$ 型，生油岩母质类型较差。

表 4–1–12 百色盆地干酪根元素分析统计表

层位	分析样井号	C (%)	H (%)	O+N+S (%)	H／C 原子比	O／C 原子比
N_1f	百 5	9.96	1.85	88.19	0.23	0.193
E_3b	百 26、百 22、ZK13804	33.94～54.1	2.99～4.45	41.45～63.07	0.78～1.06	0.191～1.156
E_2n	仑 2–6、林 113 阳 2、ZK14302	49.23～61.08	4.32～6.33	33.63～46.45	1.04～1.32	0.085～0.271

3. 热解分析

由田东凹陷热解分析资料编制成的干酪根热解 X 形图（图 4–1–11）显示出，百岗组以 $Ⅱ_B$ 型或Ⅲ型为主，那读组以 $Ⅱ_A$ 型为主，Ⅰ及 $Ⅱ_B$ 型次之。百 20 井热解分析参数统计（表 4–1–13）反映其氢、氧指数分布规律随干酪根类型变化而逐渐过渡，并随沉积相的变化组成一个完整的类型变化系列。

表 4–1–13 百 20 井热解分析参数统计

层位	井深（m）	S_2/S_3	I_H（毫克烃／克有机炭）	I_O（毫克 CO_2／克有机炭）	母质类型
E_3b	1196～1480	0.024～0.811	27～133	130～1766	Ⅲ
	1480～1750	1.3～2.1	93～216	31～471	$Ⅱ_B$
E_2n	1750～2120 2380～2654	5～9.1	250～380	40～80	$Ⅱ_A$
	2120～2380	10～13	400～537	<40	Ⅰ

4. 红外光谱分析

（1）干酪根红外光谱 图 4–1–12 显示，田东凹陷那读组多数群点分布在 $Ⅱ_A$ 型区域，部分在Ⅰ型区域，反映脂肪族 C–H 的伸展振动吸收峰（$2900cm^{-1}$）较强；含氧基团 C＝O 的伸展振动吸收峰（$1700cm^{-1}$）较弱；百岗组多数点群分布在 $Ⅱ_B$ 和Ⅲ型区，其 $2900cm^{-1}$、$1700cm^{-1}$ 吸收峰强弱与那读组相反。

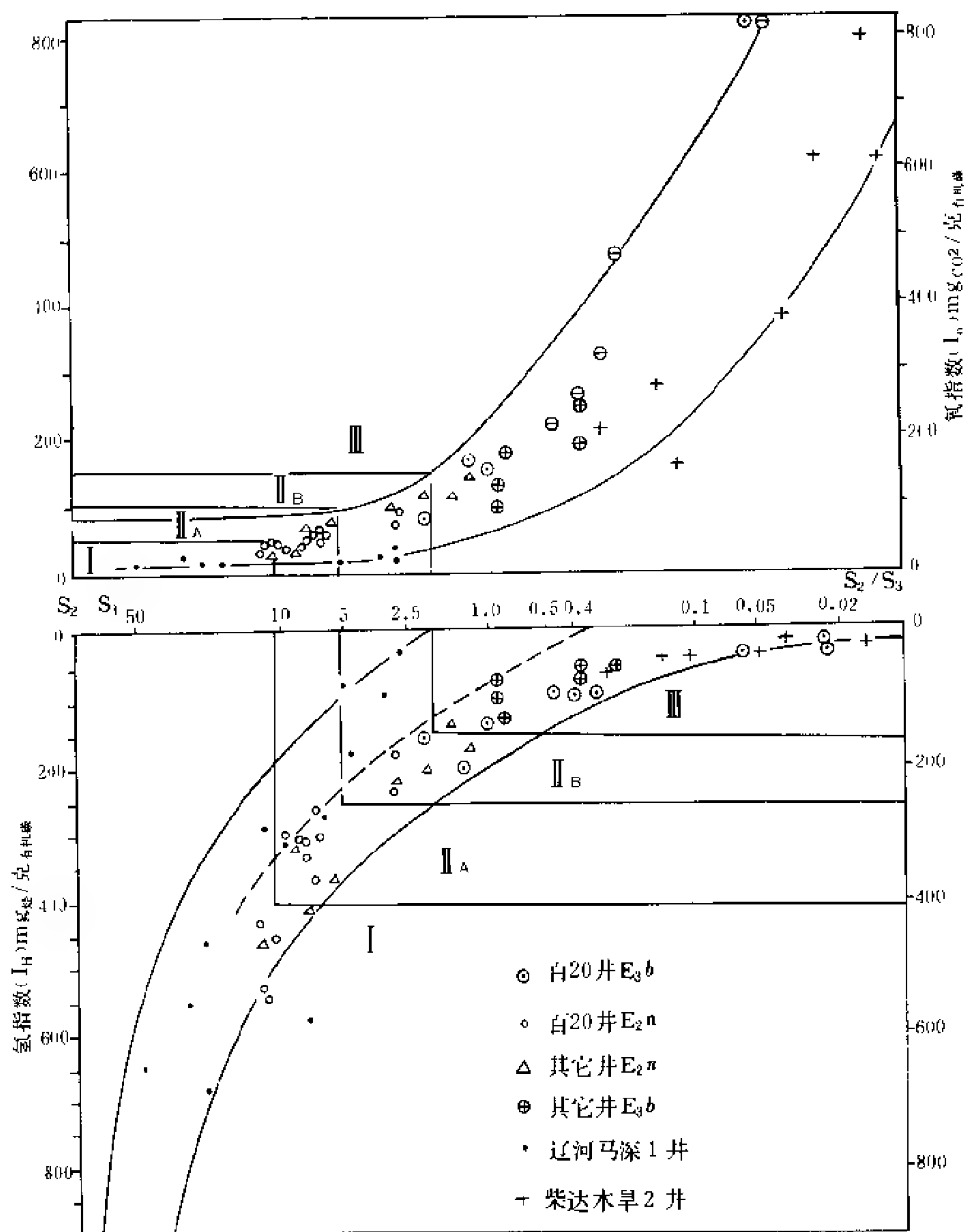


图 4-1-11　广西百色盆地田东凹陷干酪根热解 X 形图

(2) 氯仿沥青"A"红外光谱　从盆地下第三系具代表性的生油岩和煤的氯仿沥青"A"红外光谱（图 4-1-13）资料得知，那读组的光谱特点是 2900、1400、1380 及 720cm^{-1} 等吸收峰强度大，含有较丰富的脂肪族官能团，尤其是长链烷烃（720cm^{-1}），表明其原始有机质更富含类脂化合物；百岗组的光谱特点是 1600、1000～1300、1700、3200～3400cm^{-1} 等吸收峰较强，富芳烃结构和含氧基团的各种官能团，芳香烃中氢取代较少，表明在原始有机质中腐植成分占优势。

5. 干酪根碳同位素分析

经碳同位素分析（13 个样），百岗组干酪根的 δ^{13}C 值为−26.33～−28.10‰，属于湖沼相

高等植物的属性；绝大部分那读组干酪植根的 $\delta^{13}C$ 值为−29.33～−30.44‰，属于淡水性浮游生物范围。

6．气相色谱分析

(1) 干酪根热解气相色谱　那读组和百岗组的干酪根热解产物组成存在明显的差异（见表 4−1−14），在组成三角图（图 4−1−14）上的分布是：那读组干酪根以Ⅱ型为主，还有部分Ⅰ型和Ⅲ型，百岗组干酪根主要为Ⅲ型，与煤很相似。

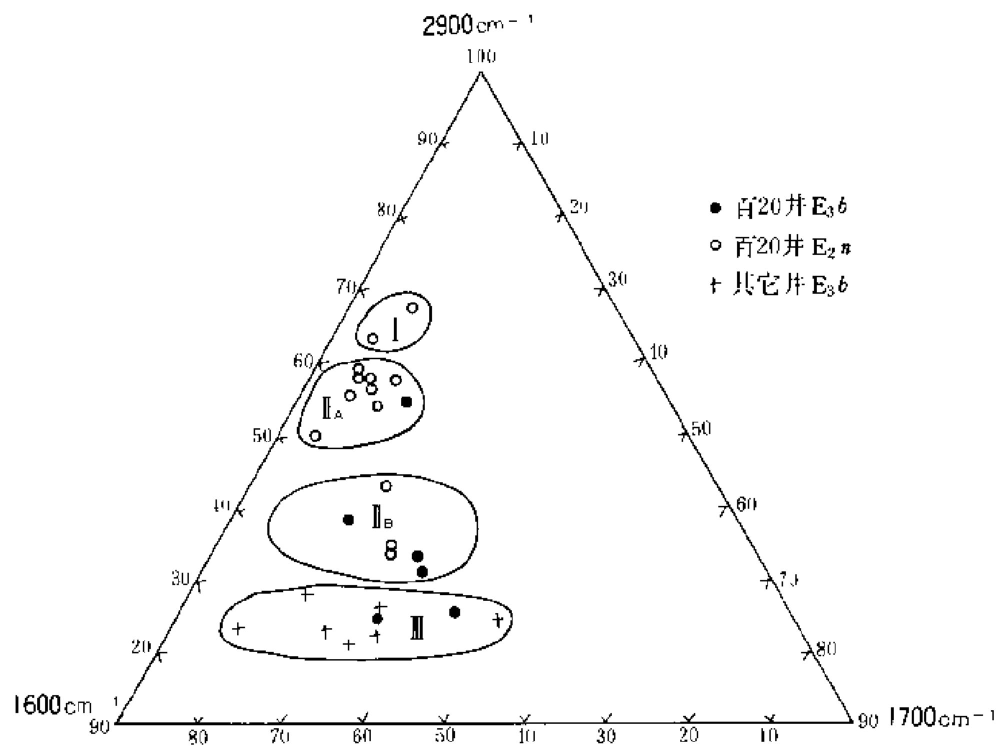


图 4−1−12　广西百色盆地田东凹陷干酪根红外光谱结构族组成三角图

表 4−1−14　广西百色盆地下第三系干酪根热解产物主要组成统计（一般值）

层　位	正构烷烃，烯烃 (%)	芳香烃 (%)	杂原子化合物 (%)	正构烷烃、烯烃 / 芳香烃	正构烷烃、烯烃 / 杂原子化合物
E_3b	< > 0	25～30	> 10	> 3	< 7
E_2n	70～80	6～25	< 10	> 4	> 7

(2)* 饱和烃气相色谱　从表 4−1−15 统计反映，那读组与百岗组的暗色泥岩的饱和烃色谱亦存在明显差异。百岗组的主峰碳数多为 C_{29}，轻烃／重烃比值（C_{21}／C_{22}^{+}）较低，表明其有机母质以陆生植物占优势；那读组主峰碳数以 C_{21} 为多，轻烃／重烃比值一般较高，反映其有机母质以低等浮游生物占优势。此外在异构烷烃方面，百岗组的姥鲛烷／植烷比值大多在 3.0 以上，属弱氧化—弱还原环境；那读组一般为 2.0～2.6，属正常还原环境。

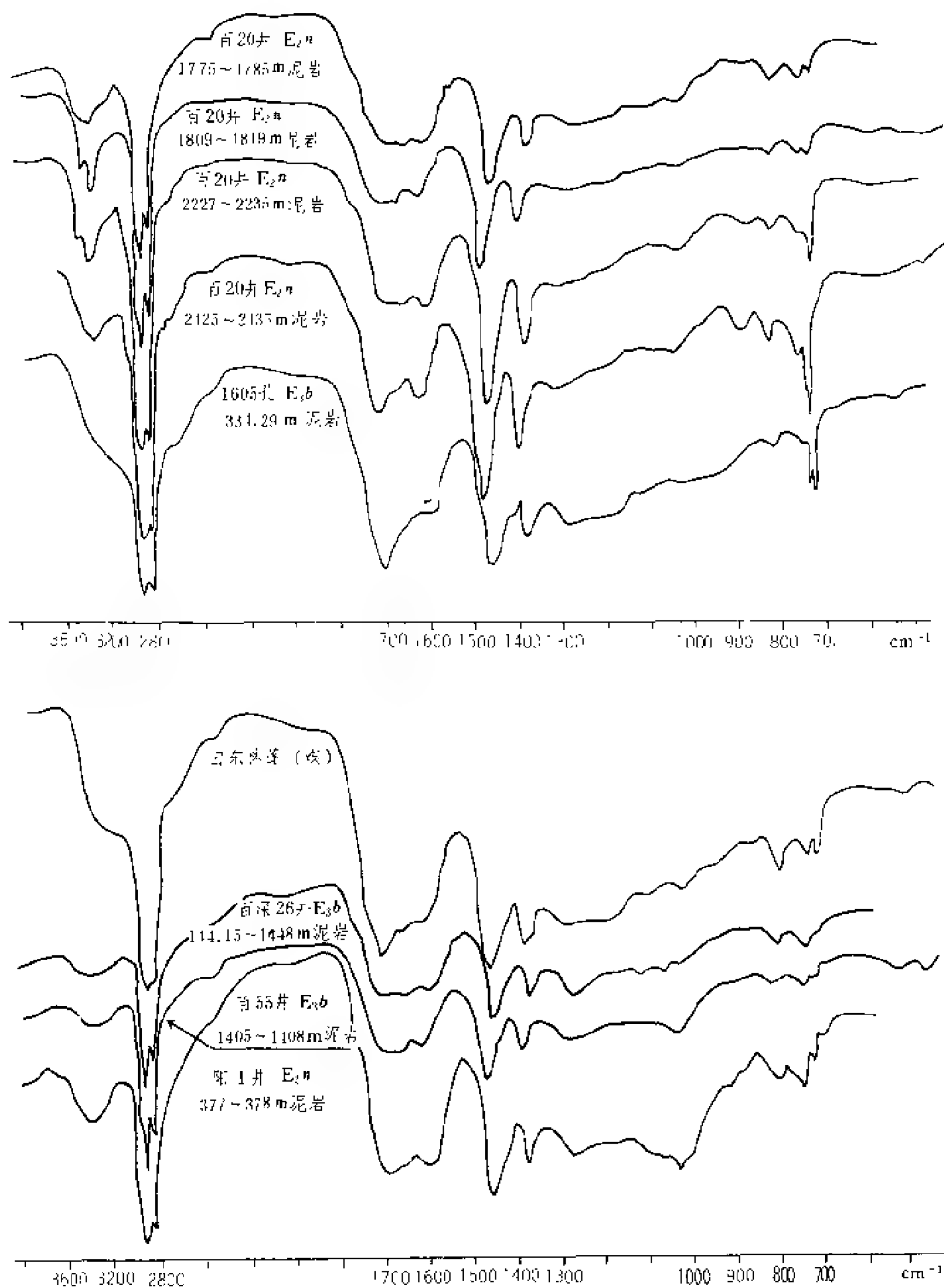


图 4-1-13 百色盆地生油岩和煤的氯仿沥青"A"红外光谱图

表 4-1-15 广西百色盆地下第三系暗色泥岩饱和烃气相色谱分析参数

层位	主峰碳	Pr/Ph	Pr/nC_{17}	Ph/nC_{18}	C_{21}^{-}/C_{22}^{+}	$\frac{(C_{21}+C_{22})}{(C_{28}+C_{29})}$	OEP
E_3b	C_{29}	1.00~4.50	1.80~18.00	0.62~2.00	0.08~0.30	0.23~0.57	1.07~1.55
E_2n	C_{21}为主 C_{27}次	1.50~2.68	0.29~14.00	0.10~1.30	0.19~0.9 一般0.6~0.9	0.69~2.74 多数>2.0	1.08~1.57

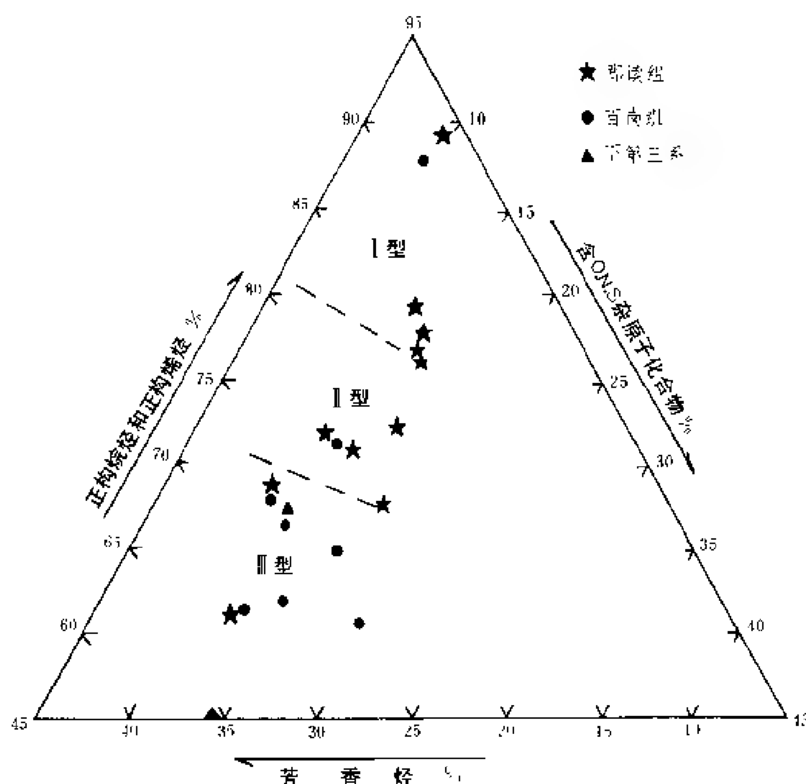


图 4-1-14 广西百色盆地干酪根热解产物主要组成三角图

综上所述，百色盆地生油岩的母岩类型，在纵向上，那读组以腐植—腐泥型（$Ⅱ_A$）为主，腐泥型次之，有机母质主要来自淡水浮游生物；百岗组为腐泥—腐植型至腐植型（$Ⅱ_B$—Ⅲ），母质来源以湖沼相高等植物占优势。在横向上，田东凹陷明显地优于百色和田阳两凹陷，为盆地主要生油凹陷。同时，干酪根类型的分布与沉积相有着密切关系，深水—半深水湖相沉积多属于Ⅰ—$Ⅱ_A$型，浅湖和湖沼相沉积则以$Ⅱ_B$和Ⅲ型为主。

五、有机质成熟度

盆地的地温资料不多，曾经有过两种计算方法：一种是以实测井温值计算得地温梯度再乘以经验校正值 1.31 换算成为古地温梯度，1981 年、1982 年曾先后以田东凹陷的五口井和四口井资料分别计算得出地温梯度为 3.76℃／100m 和 3.37℃／100m（现今一般采用 3.4℃／100m）；另一种是以镜质体反射率换算成古地温直接计算得出古地温梯度，1984 年曾利用百 20 井资料计算得出古地温梯度值为 2.55℃／100m，与现今平均地温梯度值 2.57℃／100m 相近似，认为百色盆地在第三纪沉积之后没有经历过重大热变事件，其地温场没有大的变化，不必要再乘以经验校正值。

百色盆地有机质成熟度的系统研究工作始于 1981 年，几年来应用不同程度的资料，从不同角度进行分析探讨，所得出的有机质成熟度并不统一，其划分阶段甚至相差较大（见表 4-1-16）。

1981 年，应用烃／C、正烷烃色谱特征、OEP 以及 R_0 等参数指标，研究得出田东凹陷有机质成熟度为：那读组于埋深 1650～2000 米为初熟阶段，埋深大于 2100 米进入高成熟阶

段；百岗组于埋深1550～1750米为初熟期，尚未进入高成熟期。

表4-1-16 广西百色盆地有机质成熟度划分对比表

研究年份	那读组（现埋深 m）			百岗组（现埋深 m）	
	未成熟阶段	初熟阶段	高成熟阶段	未成熟阶段	初熟阶段
1981	<1650	1650～2000	>2100	<1550	1550～1750
1982	<1200	1200～2217	>2217	<1400	1400～1750
1984	<1200	1200～2300	>2300	<(1300～1550)	>(1300～1550)
1985	<1800	1800～2120	>2120	均未成熟	

1982年，综合"A"／C、总烃、饱和烃、非烃、烃／C、孢粉色变指数及 R_0 等参数变化特征，研究得出田东凹陷有机质成熟度为：那读组于埋深1200～2217米为低熟阶段，埋深2217米以下可能已进入高成熟阶段；百岗组在埋深1400～1750米已进入低熟阶段早期。

1984年，应用TTI时温指数并参考前述研究成果，得出田东凹陷有机质成熟度为：那读组在原始埋深1700米、现埋深1200米（以百20井为例，下同）进入低成熟阶段，原始埋深2690米、现埋深2300米进入高成熟阶段，整个盆地均未达到过熟阶段；百岗组于现埋深1300～1550米进入低熟阶段。

1985年，综合烃／C、OEP、R_0、干酪根镜检以及气相色谱、甾、萜烷组成，岩石热解等分析资料进行研究，依据各项参数随深度的变化趋势（图4-1-15和表4-1-17、4-1-18），将那读组的热演化程度划分为三个阶段：未成熟阶段（埋深<1800米）、低成熟阶段（埋深1800～2120米）和成熟阶段（埋深>2120米）。百岗组的芳香烃馏分气相色谱分析缺乏成"簇"出现的规则芳香烃，甾、萜烷类组成以代表生物构型、热力学性极不稳定的原生分子（如5α—C_{29}20R）占绝对优势，岩石最高热解峰温多低于435℃，氢指数低、氧指数高（表4-1-17、4-1-18），以及干酪根热解产物中含较丰富的姥鲛烯-1（占总组成之1.1～2.86%，与低阶褐煤的3.1%相似）等，据此认为母质类型主要为腐植型的百岗组泥岩的热演化程度较低，在盆地现有埋深（<2000米）状况下均未进入成熟阶段。

表4-1-17 广西百色盆地那读组演化成熟度主要参数统计表

层位	埋深 (m)	氯仿沥青"A" (%)	烃 (ppm)	饱和烃 (%)	非烃和沥青质 (%)	烃／C (%)	OEP	干酪根颜色	TAI	R_0 (%)	氢指数（毫克烃／克有机碳）	氧指数（毫克 CO_2／克有机碳）	演化阶段
E_3b		<0.06	<180	<23.5	63～72	<3	>1.5	黄-浅橙	<2.50	<0.7	<100	最高达1766	未成熟
E_2n	<1800	<0.08	<200	<25	70±	<3	>1.4	浅黄浅橙	<2.50	<0.60	100～200	1300～90	未成熟
	1800～2120	0.08～0.16	700	25～32	50～35	3.2～5.0	1.48～1.26	橙色	>2.5	0.6～0.65	500	100～50	低成熟
	>2120	0.25	1250	50	30～15	12.5	<1.30	橙—橙褐色	2.5～2.75	0.65～0.81			成熟

图 4-1-15　百色盆地那读组综合地球化学参数剖面图

表 4-1-18 广西百色盆地甾、萜烷类成熟度参数统计表

层位	样品埋深 (m)	甾烷			萜烷				演化阶段
		$5\alpha\text{-}C_{29}\frac{20S}{20S+20R}$	$\frac{B\beta-C_{29}(20S+20R)}{\sum C_{29}}$ (%)	$\frac{重排甾烷}{5\alpha-(C_{27}+C_{28}+C_{29})\ 20R}$	$\frac{Tm}{Ts}$	$\frac{17\beta-C27}{Ts}$	$C_{29}\frac{降莫烷}{降藿烷}$	$C_{31}\frac{22S}{22R}$	
E_3b	1714	12.3	26.7	0.26	15.7	4.6	0.62	1.12	未成熟
E_2n	492～1500	0～8.1	17.0～24.5	0～0.21	2.0～3.0	0.67～3.0	0.36～0.67	0.73～0.80	未成熟
	1775～2235	9.4～35.7	20.9～40.0	0.32～0.39	1.2～3.5	0.09～0.75	0.14～0.42	1.17～1.43	低成熟
	2475～2485 1059(原油)	43.2～49.2	49.8～51.1	0.46～0.70	0.88～1.1	0.05	0.09～0.10	1.40～1.56	成熟

第五节　储集层及储盖组合

一、储集层

百色盆地储集层在岩性上有砂岩和碳酸盐岩（石灰岩）两类，前者为孔隙型，后者以裂隙型为主；在层位上已知储集层为中三叠统、下第三系那读组和百岗组三个层位。

1. 砂岩孔隙型储集层

主要是那读组和百岗组的石英细砂岩和粉砂岩，其次为中三叠统的粉—细砂岩及伏平组砂岩。砂岩一般分选中等一较好，石英含量>80%，以泥质、钙质胶结为主，那读组以孔隙—接触式胶结为主，百岗组则以接触式居多。

那读组储集层发育在沉积旋回的中下部，多分布于凹陷周围，为洪积、沼泽或湖相区形成的串珠状三角洲或水下冲积扇砂体，砂岩最发育区位于田东凹陷仑圩—小塘一线及田阳凹陷与四塘凸起间的四塘—二塘地区，厚为50～100米，最厚达132米。据微相及地震地层学分析，在田东凹陷主干断层下降盘一侧可能发育浊积岩体。那读组砂岩一般单层厚度大，胶结物含量小，孔隙度数值高，以仑圩油田为例，平均孔隙度21.07%，平均渗透率264.78×10^{-3}平方微米，储油性较好。

百岗组砂岩储集层一般分布在各二级构造单元的中间地带，近似条带状纵贯整个盆地，砂岩总厚较大，最厚达304.5米（百10井），但单层厚较那读组小，且横向变化大，其胶结物含量较高，储油物性相对较差，如百5井等，平均渗透率小于10×10^{-3}平方微米，孔隙度为5～15%。

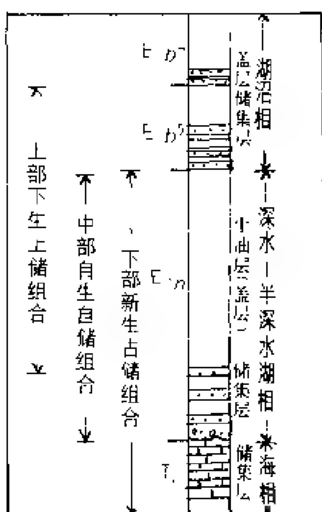


图4-1-16　广西百色盆地生储盖组合示意图

2. 石灰岩裂隙型储集层

主要分布于田东凹陷的西北部边缘花茶—幢曼及南部平马—上法两地区，属盆地基底中三叠统兰木组及板纳组，在花茶为亮晶藻屑石灰岩，裂隙、晶洞、溶洞和缝合线发育，平均每米岩芯有裂隙41.6条，已获工业油流，属良好储集层。

二、生储盖组合

根据生储盖的配置关系，百色盆地可划分为三个生储盖组合（见图4-1-16）。

1. 下部新生古储组合

又称侧生组合。那读组泥岩为生油层和盖层，下伏中三叠统石灰岩和砂岩（以石灰岩为主）为储集层，由于早期的地层不整合接触或后期的断裂形成油气新生古储组合。钻遇此组合的有仑4、仑5、仑22、百4、平1等井，其中仑4和百4井已获工业油流。

2. 中部自生自储组合

那读组同时作为生、储、盖层。以那读组泥岩作生油层和盖层，以自身下部的砂岩作储集层，一般以岩性侧向变化方式接触，多分布于凹陷的古隆起和边缘古河湖交汇处，如林逢、仑圩等油田多属于侧变式组合，油源主要来自凹陷中心同组生油层，侧向运移而来。田东凹陷仑35井，可能是刚开始发现的真正自生自储组合式油气藏。

3. 上部下生上储组合

又称正常式组合。那读组作生油层，百岗组四、五段砂岩作储集层、上部泥岩为盖层，如新州含油构造、塘寨油田等。

第六节 油气田及含油气构造各论

百色盆地自1959年发现林蓬含油构造以来，至1989年底，已先后断续发现油田5个，含油气构造5个。它们多集中分布在田东凹陷（图4-1-17）。至1989年底累计采出原油41.2199万吨，各油气田的主要数据列于表4-1-19。

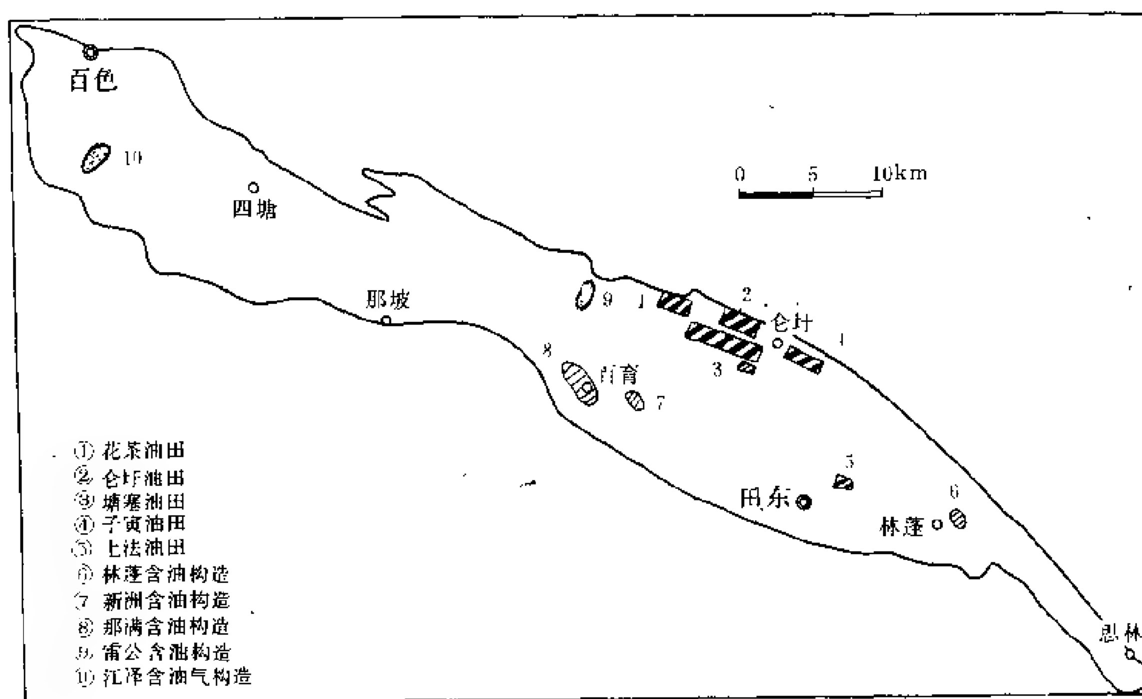


图4-1-17 广西百色盆地油田及含油气构造分布图

一、花茶油田

位于田东凹陷与那白凸起交界处北端，主体包括仑4、仑22和百16三个断块（图4-1-18）。储油层为中三叠统石灰岩，属断块油藏。1978年7月，仑4井于基底石灰岩中发现油流。至1989年底在油田范围内已打井12口，已获工业油流井7口，其中仑22井自喷日产原油33吨（3毫米喷嘴）。

仑4井在高断阶靠边界断层南侧，于井深602米钻遇断层进入中三叠统兰木组（图4-1-19），见50米厚的石灰岩，石灰岩裂隙发育，属裂缝性含油。仑22井在低断阶，于井深1906.8米进入基底，百岗组砂岩见油气显示，属断层封闭型含油；基底顶面及石灰岩内部裂隙含油，含油井段长达360米，其中油层54.3米／8层。利用原油孢粉对比后认为，三叠系石灰岩中原油来自第三系。属新生古储式基岩裂隙油气藏。该油田自1978年投入开发，至1989年底，已生产原油7000多吨。

二、仑圩油田

位于田东凹陷北部断阶带高台阶中段（图4-1-20）

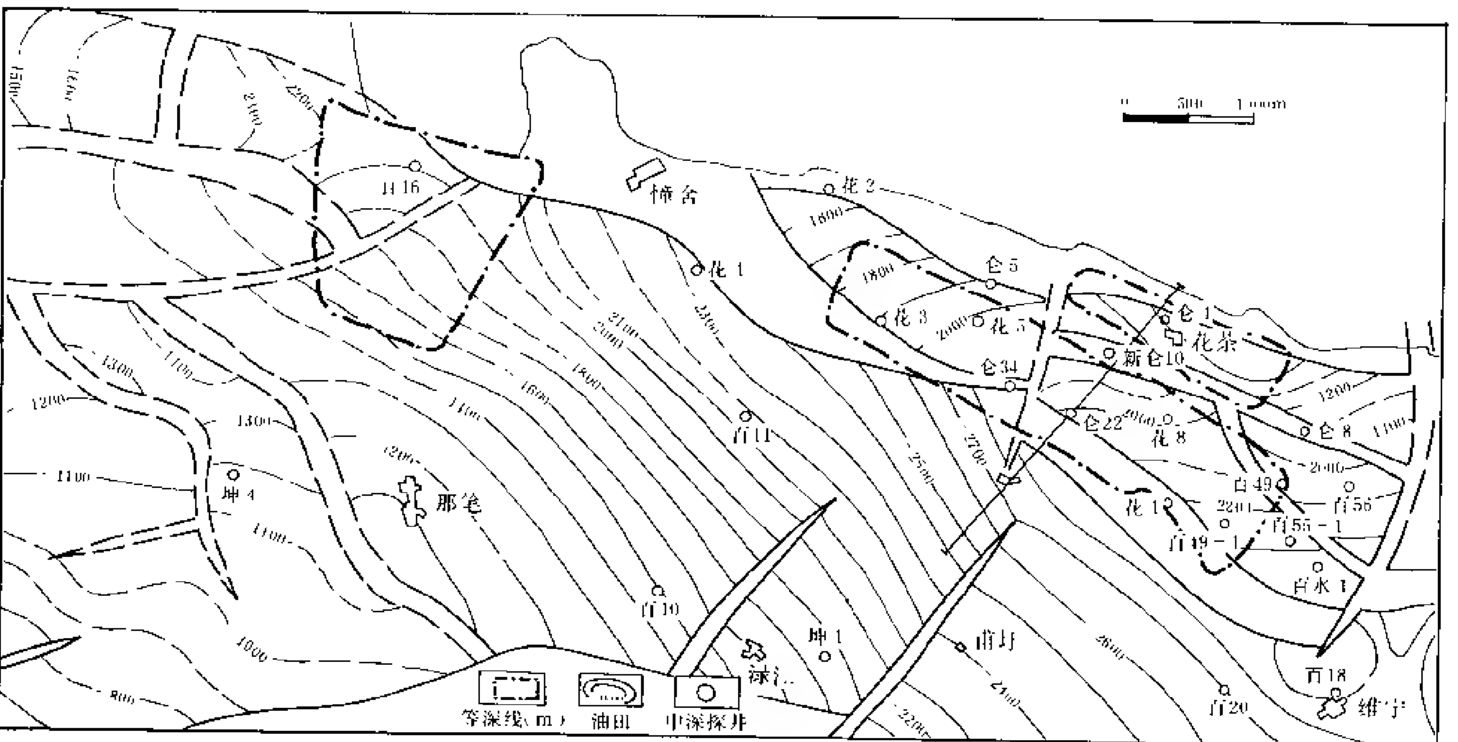


图 4-1-18 花茶油田构造图（第二系底面）

表 4-1-19　广西百色盆地油田及含油气构造统计表

序号	油田（含油气构造）	发现年份	含油层位	储集层岩性	油藏类型	生产情况
1	花茶	1978	T_2	石灰岩	断块	已生产
2	仑圩	1977	E_2n	砂岩	断块	已生产
3	塘寨	1977	E_3b	砂岩	断块	已生产
4	子寅	1983	E_2n	砂岩	断块	已生产
5	上法	1983	T_2	石灰岩	断块	已生产
6	（林蓬）	1959	E_2n	砂岩	鼻状背斜断层复合	已生产
7	（新洲）	1959	E_3b	砂岩	背斜断层复合	已生产
8	（那满）	1959	E_2n	砂岩	断层封闭	/
9	（雷公）	1989	E_2n	粉砂岩	背斜断层复合	/
10	（江泽）	1989	E_3b	粉砂岩	断层背斜复合	/

油田构造为南西倾单斜并略显向南倾伏鼻状封闭断块，一般倾角为 20°～25°。地表出露百岗组，储油层为那读组底部砂岩组。那读组在此为水下冲积锥沉积，由棕红、灰绿色泥岩或含砾泥岩与砾岩交互层组成。

那读组含油层厚为 41～146.5 米，可分三个砂岩组共 16 个小层。自上而下，那Ⅰ砂组为薄层透镜状砂岩含油，平均孔隙度 15～26%、渗透率 10～220×10^{-3} 平方微米；那Ⅱ组为主力油层，砂岩体呈带状分布，平均孔隙度 15～23.7%，渗透率 10～1268×10^{-3} 平方微米；那Ⅲ砂组多为底砾岩之上的砂岩及生物碎屑岩，分布范围次于那Ⅱ组。据粒度分析研究，那读组沙体属于三角洲相的分支河道砂及河口沙坝（图 4-1-21），厚度变化虽大，但储油物性较好。

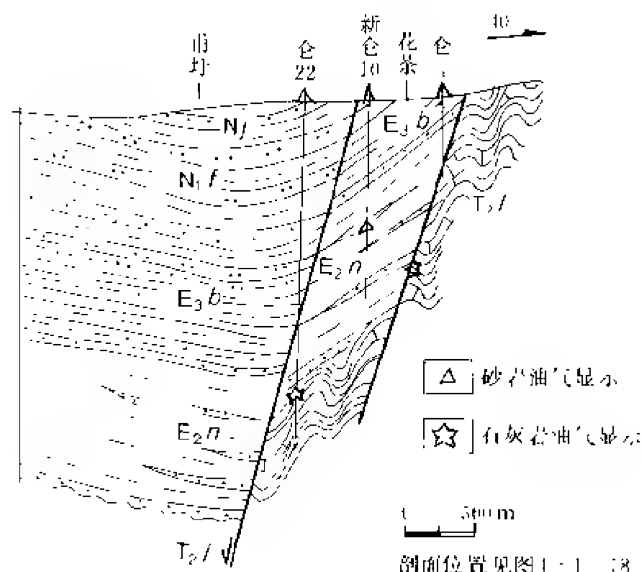


图 4-1-19　花茶油田剖面图

1977 年仑 2 井于井深 789.4～800.8 米那读组底部发现油砂一层，厚 11.4 米，同年 11 月试油，日产 14.5 吨（6 毫米油咀）。1978 年起按 245～320 米不规则井网进行详探和开发，到 1989 年底，在油田范围内已打井 29 口，投产井 22 口。

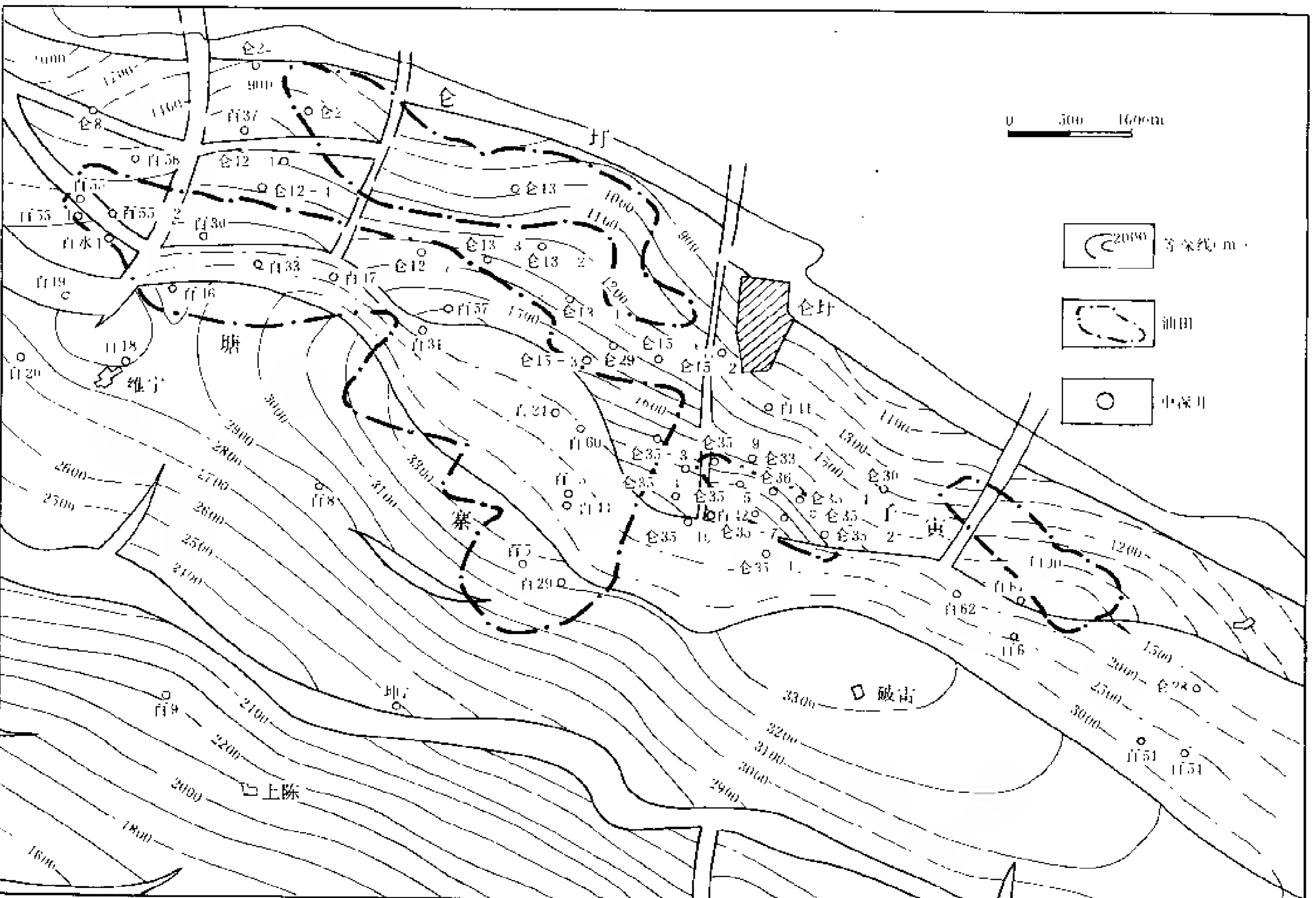


图 4-1-20 广西百色盆地仑圩、塘寨、子寅油田构造图

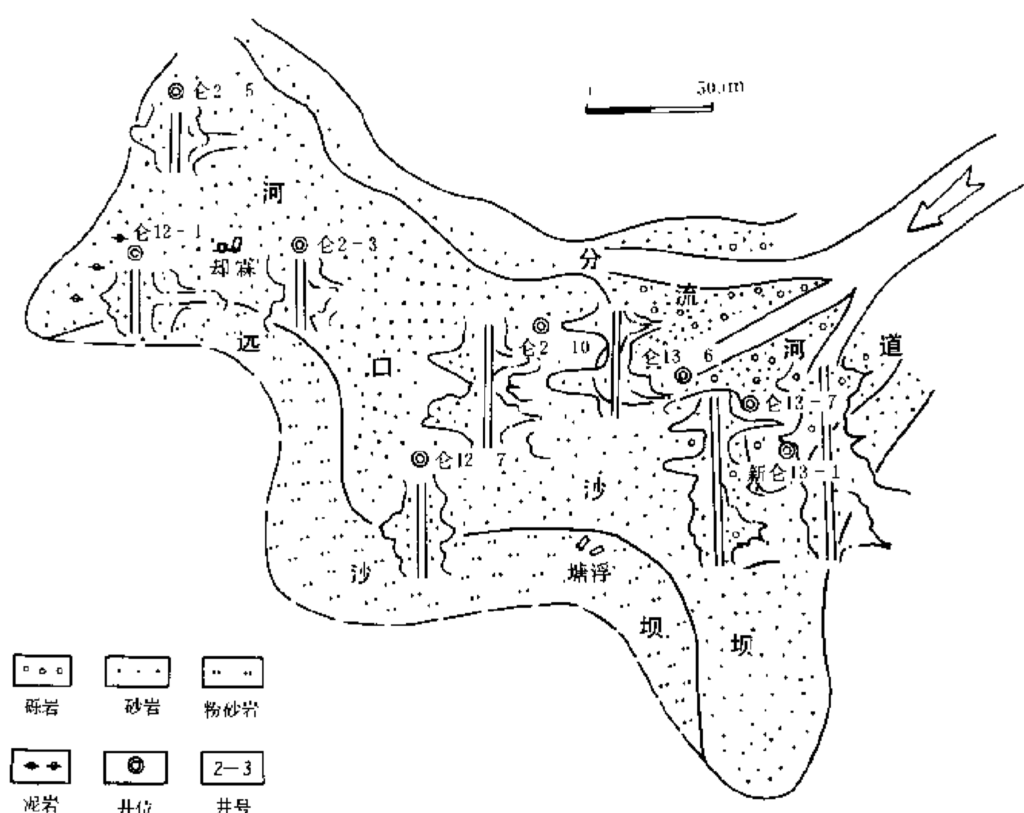


图 4-1-21　仑圩油田那读组相带分区图

表 4-1-20　广西百色盆地仑圩油田原油性质表

项　　目	仑 13 井	仑 13-8 井	仑 17 井	仑 12-3 井
原始地层压力(MPa)	8.86～8.9	8.51	8.05	8.34
地层温度(℃)	53	49.4	48	51.9
压缩系数(1／at)	10×10^{-5}	10×10^{-5}	8.6×10^{-5}	10×10^{-5}
原始油气比(m³／t)	52.1	58.6	52.9	54.6
脱气原油比重	0.863	0.853	0.857	0.860
地层原油密度(t／m³)	0.790	0.776	0.786	0.789
地层原油粘度(Pa·s)	4.3	3.2	3.6	3.8
体积系数	1.149	1.167	1.150	1.154
收缩率(%)	13	14.3	13	13.3
地层饱和压力	81.1	78.2	71.8	74

原油性质具三高（凝固点、含蜡量、胶质+沥青含量高）二低（比重、含硫低）特点（表 4-1-21）。地下原油具有粘度低、油气比小和地饱压差小等特点（表 4-1-20）。天然气

(表 4-1-22) 为原油溶解气，相对密度平均为 0.6468。油田水属重碳酸钠型（表 4-1-23)，总矿化度最高达 4139 毫克／升。

油田东部下倾方向具边水，上倾方向为岩性尖灭，具自喷能力，属断层—岩性油气藏；西部下倾方向不具边水，无自喷能力，部分属岩性封闭，部分属断层封闭油气藏。

1978 年开始规划开发，同时兴建集输工程。1981 年 6 月建成年产 3 万吨产能设施，至 1989 年底已生产原油 23.83 万吨。为保持油田长期稳产，采油速度一般控制为 1.7%，采用早期注水和尽量利用边外水井注水的措施。自开采迄今油井地层压力一般下降 11%左右。

三、塘寨油田

位于田东凹陷北部断阶带低台阶中段，包括塘寨断裂鼻状构造（图 4-1-20）及其东、西延伸部位的百 24、百 31、百 33、百 30 和百 49 等共 5 个断块。百岗组砂岩是该油田的储油层。1976 年开始钻探，1977 年 4 月获工业油流。至 1989 年底在油田范围内共钻井 22 口，均见油气显示，获工业油流井 12 口。

以往主要揭露百岗组四、五段含油层，埋深 991.8～1935 米。含油砂岩呈指状交叉，岩性尖灭较快，一般在高部位的砂岩物性较好，含油较饱满。油田中西部属断层封闭的鼻状构造油气藏，东部为交叉断层与倾斜地层组合断块油气藏，以及断层组合油气藏等。

自 1977 年进行试生产以来，至 1989 年底，累计生产原油 9400 吨。

四、子寅油田

位于田东凹陷北部断阶带的东部，包括仑 16、仑 36 两断块（图 4-1-20)。含油层为那读组下部砂岩，为水下扇形砂岩体，埋深 850～980 米，主要为岩性尖灭型油气藏。1983 年 10 月于仑 16 井获工业油流。至 1989 年底已打井 21 口，获工业油流井 17 口。自 1983 年投入开发，至 1989 年底，已累计生产原油 61730 吨。

五、上法油田

位于田东凹陷南部斜坡带，为轴向北东倾伏受断层分隔的基底隆起圈闭（图 4-1-22)。储油层为中三叠统石灰岩。1983 年百 4 井在那读组不整合面下（井深 1303～1318 米）的中三叠统基底石灰岩中见油，经试油，日产原油 2.3 吨。

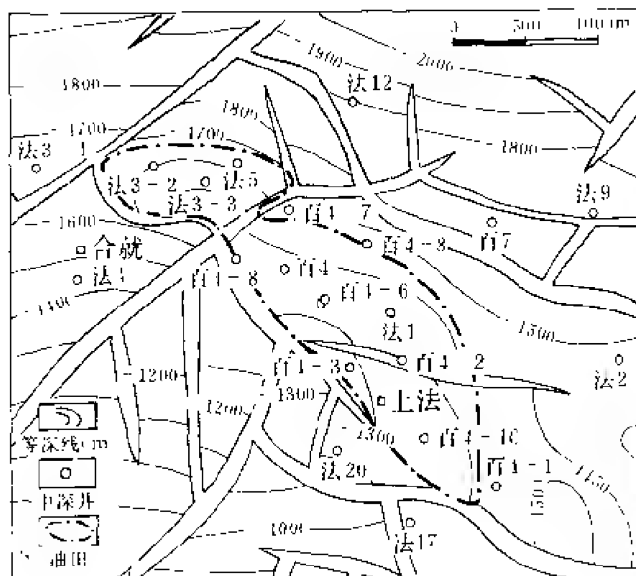


图 4-1-22 广西百色盆地上法油田 T_4 构造图

至 1989 年底，在油田范围内，共打井 12 口，获产油井 8 口，已累计生产原油 94845 吨。

六、林蓬含油构造

位于田东凹陷东南部林蓬东侧，1958 年 9 月广西煤炭石油局 103 勘探队在林蓬 1600A 井探煤，于井深 143 米钻遇那读组气层发生井喷，1959 年 3 月地质部广西石油普查大队于林 1 井井深 164.8～218.8 米井段那读组中发现油层 3 层，总厚 5.3 米，1959 年 3 月 23 日试

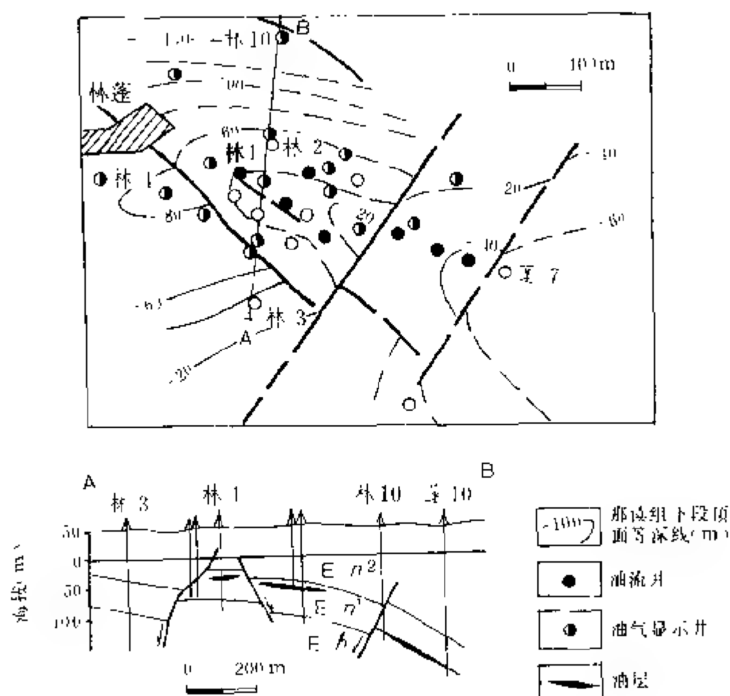


图 4-1-23　百色盆地林蓬含油构造构造图

出原油（日产 0.4 立方米）。自 1956 年至 1959 年共打井 40 口，36 口井见油气显示，其中 13 口井获低产油流，1978 年后停采。

构造是呈向北西倾伏并受北东向断层分隔的背斜（图 4-1-23），它的形成与基底隆起有关。含油气层位为那读组下部的粉砂岩，分三个油组，以上部第一个油组为主要含油气层。油层埋深为 37.5～305 米，采用不规则井网（井距 30～200 米）开发，单井最大产能 30 公斤／日。

原油具相对密度高、低凝点和低蜡特点（表 4-1-21），天然气以甲烷为主（表 4-1-22），含乙一丁烷，属油田气。

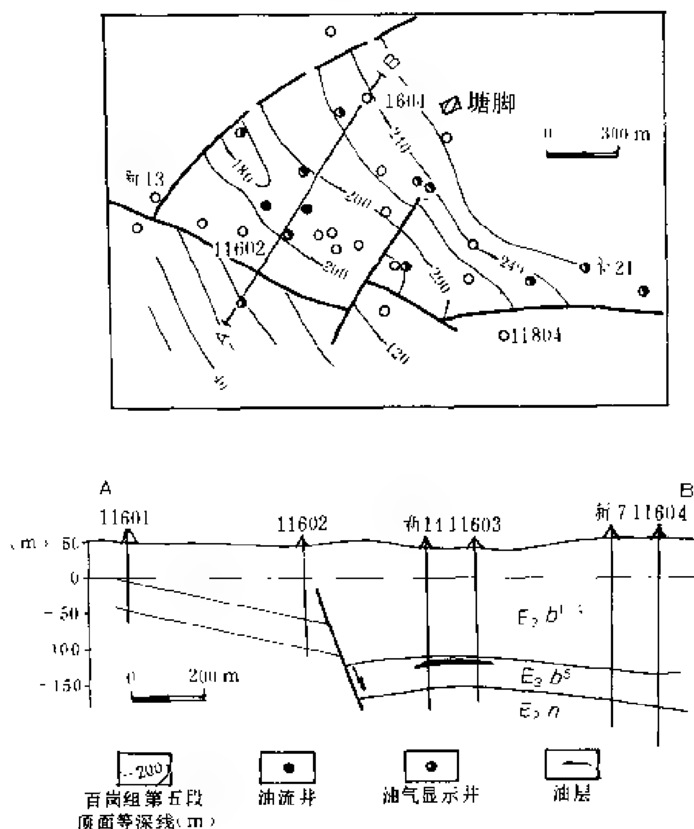


图 4-1-24　广西百色盆地新州含油构造构造图

林蓬含油构造属背斜构造圈闭，有边水，但不活跃。林一断块顶部存在气层气，油层压力低（11.63～11.9 巴），是一个

靠重力驱动的层状次生油气藏和低产能含油气构造。

七、新洲含油构造

位于田东凹陷西南部。1959 年 11 月广西 130 勘探队在新州 11603 井探煤，于井深 358.0～364.45 米见百岗组油砂一层，井口涌出原油 10 多公斤。1960 年 1 月由石油工业部广西勘探大队试出油流，日产原油 1 吨。

新州油田为被断层切割的平缓背斜构造圈闭（图 4-1-24），已钻井 33 口，见油气显示井 23 口，产油井 3 口，1978 年后停采。

含油气层为百岗组五段砂岩，油层厚 0.9～2.78 米，埋深 295.4～431.65 米。油气性质（表 4-1-21、22）与林蓬油田相同。油藏具底水，但不活跃，油层压力低，产量不大（<2.27 立方米／日），可能存在气顶，是一个受构造控制的，有底水和气顶的油气藏。

八、那满含油构造（含油区）

位于那百凸起南坡，在北东倾单斜带上受基底起伏控制形成的挠曲构造（图 4-1-25）。1935 年地表发现油砂，林蓬见油气后，地质部广西石油普查大队在此进行钻探，1959～1961 年共钻井 52 口，见油气显示井 42 口，其中满 16A 井土法试油获日产原油 0.1 立方米。

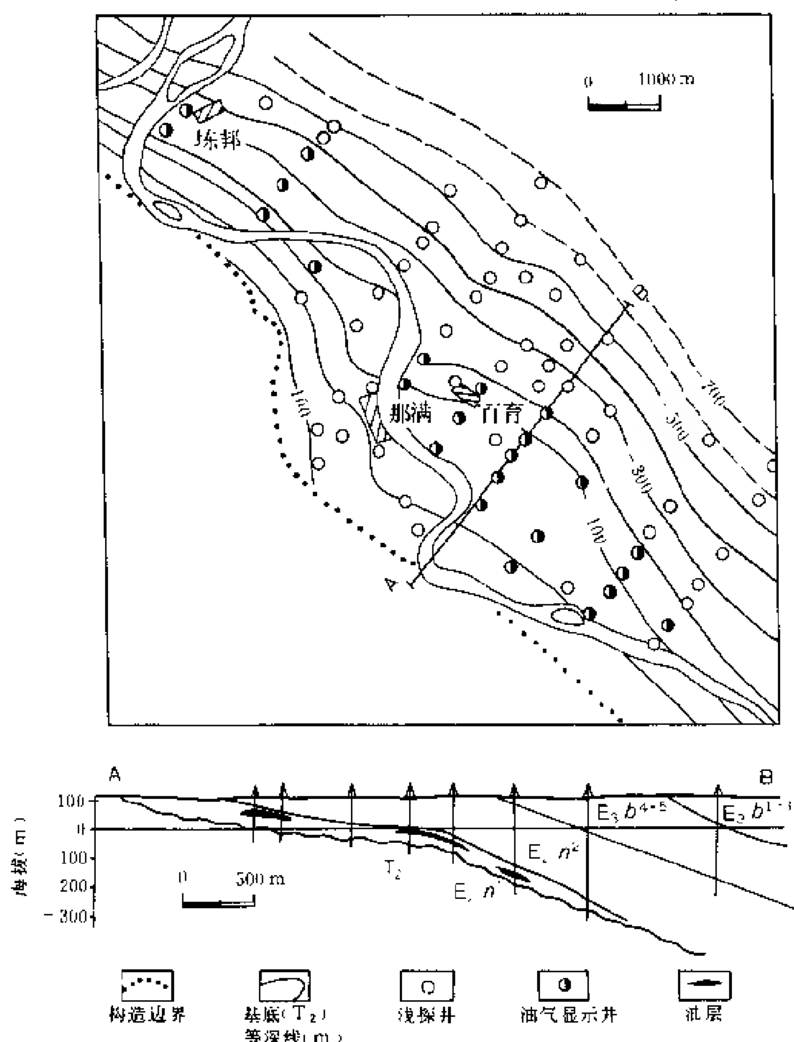


图 4-1-25 广西百色盆地那满含油构造构造图

含油层位为那读组下段砂岩，油层厚为0.2～2.9米，埋深22.6～527.8米。原油性质与林蓬相同。含油层物性横向变化比较大，在构造两侧因储集层物性差异形成岩性封闭。

九、雷公含油构造

雷公含油构造，位于那百凸起西部，为一南、北受断层切割的短轴背斜构造，轴向北东，地层倾角10～11°，圈闭面积3.3平方公里，闭合高度160米（图4-1-26）。

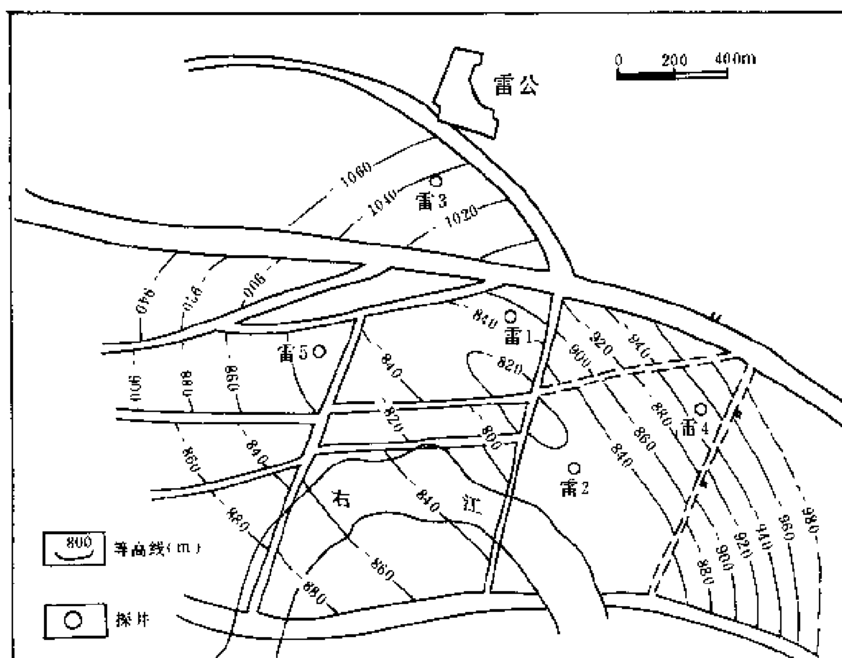


图4-1-26　百色盆地雷公含油构造那读组二段顶面构造图

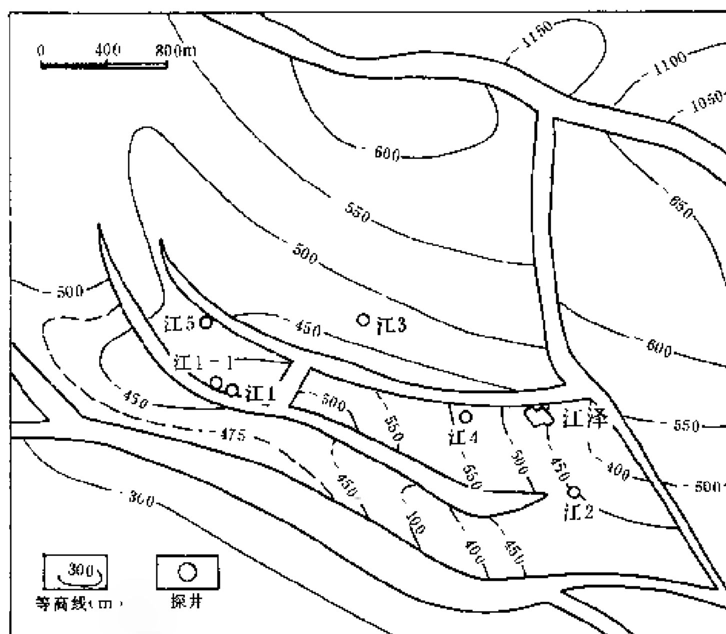


图4-1-27　百色盆地江泽含气构造百岗组底面构造图

1989年7月28日，于该背斜北翼钻探雷1井，1989年8月21日完钻，完钻井深1170米，井底层位中三叠统。在井深967～985.2米井段，那读组Ⅱ段砂组上部，发现6层总计厚8.2米的粉砂岩油层，单层最大厚度1.8米。含油砂岩孔隙度为15.6～22.3%，渗透率为257～779×10^{-3}平方微米。经测试获日产原油14.4立方米。

截至1989年底，雷公背斜已钻井5口，获工业油流井2口。

十、江泽含气构造

江泽含气构造位于百色凹陷南斜坡，为四周被断层切割的不完整背斜，轴向近东西，被一南北向断层分割为东西两个高点，面积约2平方公里，闭合高度50～100米（图4-1-27）。

1988年12月20日，在该构造西高点钻探江1井，1989年1月5日完钻，完钻井深1080米，井底层位为百岗组。钻探中百岗组中有油迹显示。在井深667～673米井段，进行试油，在井口压力4.02兆帕条件下，获日产天然气1.73万立方米。江泽构造已钻探井3口。

第七节　油气藏分布特征

一、油气水性质

1. 原油性质

地面原油性质如表4-1-21所列，属低硫石蜡基原油，主要物理化学特征为相对密度、粘度较小，凝固点及含蜡量较高。被运移距离和保存条件所控制，以相对密度0.9为界线可分为两类，一类是高密度、低凝固点型，属远离油源，在运移途中蜡质被围岩吸附及氧化变质作用后的原油；另一类为密度低、高凝固点型，属原生型或近原生型原油。据石油化工科学研究院（1981年）分析，最突出的特点是镍含量高（达30.6ppm），比大庆原油(2.3ppm）高10多倍，为目前国内石蜡基原油中含镍量最高的原油。

表4-1-21　百色盆地原油性质统计表

地区	层位	原油性质						代表井
		相对密度 (d_4^{20})	粘度 (Pa·s)	凝固点 (℃)	含蜡量 (%)	胶+沥 (%)	含硫量 (%)	
新州	E_3b	0.9564～0.9804	/	4	10.87	26.66～30.48	0.44	新18、23、28、11603
林逢	E_2m	0.9393～0.9604	/	4	/	19.0～20.33	0.20	林1、14
那满	E_2n	0.995	/	/	/	/	/	满39
仑圩	E_2n	0.8465～0.8833	6.5～26.0	25.0～35.5	16.2～27.1	19.75 (平均值)	0.013～0.132	仑2等
南任	E_3b	0.8615～0.888	17.4～70.4	32.0～36.1	15.05～29.8	21.40 (平均值)	0.152～0.265	百5、24、31、44
塘寨	E_3b	0.8963～0.9045	72.6～83.6	36.0	15.05～20.1	34.17 (平均值)	0.16～0.28	百30、32、33

续表

地区	层位	原油性质						代表井
		相对密度 (d_4^{20})	粘度 (Pa · s)	凝固点 (℃)	含蜡量 (%)	胶+沥 (%)	含硫量 (%)	
东达	E_3b	0.8764	29.8	35.5	14.5	23.4	0.185	百 22
花茶	T_2	0.8710	48.2	38–39	27.5	26.1	0.121	仑 4
田阳	E_2n	0.8733	16.1	34	17.4	21.2	0.12	阳 2

井下原油性质具有粘度低、油气比小、地层饱和压差小和压缩系数中等等特点（详见前文仑圩油田部分）。

2. 天然气性质

盆地内天然气大部分属油藏伴生气（表 4–1–22），部分为煤成气。按成分可分为两类：一类是以甲烷气为主，含乙、丁烷极少，主要属前干气期煤成气；一类则除甲烷外，尚含有明显的乙—丁烷，属油藏伴生气。前者分布于田东凹陷南部斜坡带，后者分布于凹陷中部及北部断阶带。

表 4–1–22 百色盆地天然气性质统计表

地区＼项目	层位	相对密度 (d_4^{20})	甲烷 (%)	乙烷 (%)	丙烷 (%)	丁烷 (%)	戊烷 (%)	H_2S $+CO_2$ (%)	N_2 (%)	H_2 (%)
林蓬	E_2^3n	0.5722 ~0.5926	91.68~ 96.07	0.042~ 0.57	0.017~ 0.25	0.007~ 0.1	0.004~ 0.015	1.028	2.657~ 6.24	0.42
新州	E_3b	0.5804	94.87~ 98.87	0~ 0.07	0.01~ 0.09	0~ 0.07			0~ 4.07	0.01~ 0.12
仑圩	E_2n	0.5968 ~0.7915	76.042 ~89.41	0.483~ 11.634	0.07~ 1.03	0.019~ 0.103	0.018~ 0.132	0.26~ 2.7675	0.124~ 20.412	
南伍	E_3b	0.6746 ~0.6961	70.68~ 90.4	0.8734 ~2.3	0.076~ 2.638	0.018~ 1.45	0.0776 ~0.843	0.2974 ~3.504	2.459~ 24.534	0.0063
东达	E_3b		80.46	0.3472	0.2097	0.02~ 0.04	0.005	1.3647	17.536	0.0107
香炉			93.466	0.0169	0.0002	0.0034		0.2189	6.2897	0.051
那沙	E_3b	0.5749	92.07 ~96.85	0.03~ 0.24	0.02				2.25~ 6.44	0.04~ 0.1
花茶	T_2	0.6449	90.69	1.43	2.06	0.869~ 1.062	0.114 ~0.166	2.54	1.19	
那百	E_3b E_2n	0.5579 ~0.7382	56.218 ~99.325	0.083~ 0.938	0.012~ 0.329	0.015~ 0.031	0~ 0.007	0.041~ 0.127	0.438~ 42.407	
田阳坡圩	E_2n		84.9	0.38	0.16	0.08			1.97	

3. 水性质

百色盆地地层水均属 $NaHCO_3$ 型（表 4-1-23）可分为高矿化度和低矿化度水两种，前者分布于田东凹陷北部仑圩一带，后者分布于凹陷南部，可能与右江河水等地表水的补给有关。

表 4-1-23 百色盆地地层水性质统计表

地区＼项目	总矿化度 (mg / l)	Cl^- (mg / l)	HCO_3^- (mg / l)	水型
新州	1914.74～2093.62	8.11～14.43	1255.36～1484.58	$NaHCO_3$
林蓬	1886.73	47.5	1263.71	$NaHCO_3$
那满	144.03	27.33	67.8	$NaHCO_3$
仑圩	2694.0～3423.42	76～122.3	154.99～2239.43	$NaHCO_3$
南伍	524.4～7756.95	124.24～2218.98	35.22～4686.38	$NaHCO_3$

二、油气藏类型

百色盆地已发现的油田虽然不多，但其油气藏类型则相当丰富，据王尚文主编的《中国石油地质学》提出的分类原则，大体可分为以下八种油气藏类型：

1. 与基底隆起有关的背斜油气藏

以林蓬含油构造为例，它是在基底隆起背景上形成的背斜，并受到后期断裂的分隔。那读组下段在背斜轴部的沉积相对于两翼部位的沉积厚度变小和岩性变粗，从而发育较好的储集层，油气来源方式以侧向运移为主。

那满含油构造亦属此类型，不同的是未能形成背斜，而只是地层挠曲。

2. 受断层切割的背斜油气藏

如新州含油构造，是一个受断层切割的平缓背斜圈闭，存在气顶和底水，储集层较薄但相对稳定成层状。

3. 断层与鼻状构造组成的油气藏

例如塘寨油田，是在单斜背景上发育南西倾的鼻状构造，并在鼻状构造上倾方向为北西向断层所封闭，油气聚集主要受断层因素控制。又如仑圩油田西部的仑 3 井所见的油藏亦属于这一类型。

4. 由交叉断层与倾斜地层组成的断层油气藏

例如塘寨油田东部的百 24、百 31 断块区域，南倾单斜地层与北东、北西向交叉断层形成油气圈闭，俗称"墙角"构造圈闭。

5. 由断层、倾斜地层及岩性尖灭组成的油气藏

例如仑圩油田东部的仑 2 断块，地层基本上为南倾单斜，其东西两侧为北东向断层所遮挡，那读组储集层上倾方向由于岩相变化（相变为砾岩），渗透性变差形成油气圈闭。子寅油田同样存在这一类型的油气藏。

6. 裂隙性油气藏

例如花茶油田，基底中三叠统石灰岩前期曾遭受长期的风化溶蚀作用形成次生缝洞，后期由于断裂作用而发育裂隙，形成良好的储集层，断裂活动将其抬升造成侧向与那读组生油

岩接触，上覆有那读组泥岩作盖层，形成裂缝性油气藏。

7. 岩性尖灭油气藏

田东凹陷北缘，那读组发育水下冲积锥砂体，砂体前缘往南大多延伸进入有利生油区，往北上倾方向砂体尖灭形成圈闭。是百色盆地目前找到的油气最富集的油气藏类型，仑圩、子寅油田的油气藏大部分属于这一类型。

8. 潜伏剥蚀突起地层不整合遮挡（潜山）油气藏

上法油田属此类型，与基底古隆起有关。中三叠统石灰岩经风化剥蚀后形成相对突起古地形，在那读组生油岩覆盖和超覆不整合之下，形成"潜山"油气藏。最近揭示的那坤隆起，在不整合面下基底粉砂质泥岩中含油，亦属于这一类型。

三、油气藏分布特征

从已发现的油气藏表明，在百色盆地内，背斜类型油气藏并不发育，主要发育断裂、岩性和地层不整合等类型油气藏。结合百色盆地的沉积和构造地质特征分析，它们在平面上的分布具有如下特点：

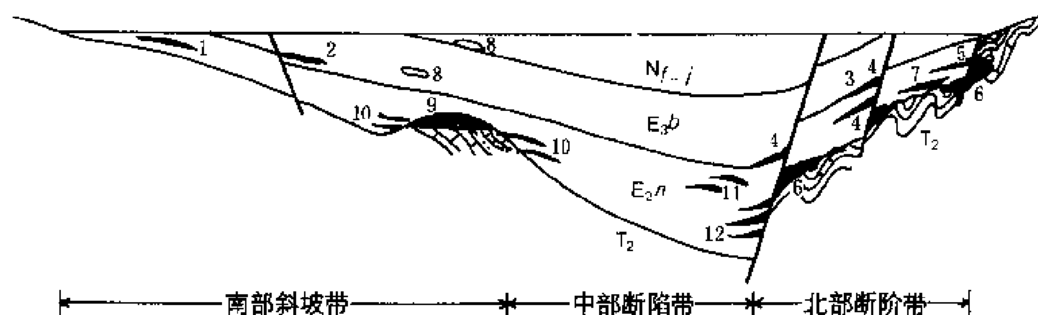


图4-1-28 广西百色盆地油气藏分布示意图

1—基底隆起背斜油气藏；2—断层切割背斜油气藏；3—断层封闭鼻状构造油气藏；4—交叉断层与倾斜地层组成的断块油气藏；5—断层、岩性尖灭油气藏；6—古风化壳裂缝性油气藏；7—透镜状岩性油气藏；8—透镜状岩性尖灭气藏；9—潜伏剥蚀突起地层不整合（潜山）油气藏；10—预测地层超覆油气藏；11—预测逆牵引背斜油气藏；12—预测地层上倾断层遮挡油气藏

①田东凹陷北部那读组发育冲积扇群砂体沉积，从而发育岩性油气藏。由于百色盆地为北断南超，以及原始沉积盆地南部边缘区因后来的抬升而被剥蚀，水下三角洲砂体主要分布于盆地北缘，其时限可上延至百岗期。南部缓坡带那读期在相对隆起区发育沿岸沙坪，有利于油气聚集，形成那满、林蓬等含油气构造。从地震资料推测，在主干断层下降盘一侧可能发育浊积型湖底扇砂体。因此查明砂岩体的分布，对于寻找油气富集区是一个极重要的关键；②北部断阶带断裂发育，平行主干断层的一系列断层与北东向断层交错切割形成大小不同的断块，与倾斜地层、岩性尖灭等形成各种以断层为主导的构造类型油气藏。特别是在以断裂活动为主要作用下形成的基底石灰岩裂缝性油气藏，是北部断阶带的一个极其重要的油气富集类型。地震资料显示，在主干断层下降盘一侧，可能存在与同生断层有关的逆牵引背斜和断层遮挡的油气藏。此外，在北缘的局部地段还可能存在由逆断层形成的逆掩体构造油气藏；③南部斜坡带存在基底隆起，发育地层不整合基底油气藏。其中石灰岩基底隆起是重要的油气富集类型，隆起中的基底砂岩也同样是良好的油气富集场所。同时环绕基底隆起可

能存在那读组超覆不整合型油气藏；④南部斜坡带浅部百岗组煤层广泛分布，从而可能形成以伴生煤成气为气源的岩性气藏。

油气藏类型在纵向上的分布特征是：下第三系底部为裂缝型、地层不整合型油气藏；中部为岩性、断层等多种类型油气藏；浅层为岩性型油气藏。

百色盆地油气藏分布规律如图4-1-28所示。

第八节 勘探前景

百色盆地面积830平方公里，第三系沉积厚度大，具有良好的生油条件，大部分生油岩已进入成熟阶段，具有多套储盖组合及多种油气圈闭类型。盆地的远景石油资源量达9000万吨。在田东凹陷已发现5个油田及三个含油构造，在那百凸起已发现雷公含油构造，在百色凹陷已发现江泽含油气构造。以往的勘探集中于田东凹陷。对百色盆地其它各二级构造单元的勘探尚属起步。对全盆地进一步进行综合勘探，将会有更多的油田发现。

百色盆地是当前滇黔桂地区含油气前景最好最现实的第三系盆地。

第二章 合浦盆地

第一节 概　　况

合浦盆地又称南流江盆地。位于东经 108°52′～109°36′，北纬 21°35′～21°58′，属广西壮族自治区浦北和合浦县辖，呈北东 50°～60°方向展布，长约 80 公里，宽 7～15 公里，向南西延伸入海域，陆上面积 950 平方公里，处于平原地貌区，海拔高 5～50 米。属亚热带气候，受海洋气候影响，年平均气温 22℃～23℃，6～7 月份平均气温 28℃，最高 37℃；1～2 月份 8°～15℃，年降雨量 1600～1900 毫米，每年 7～9 月份为台风季节。

合浦盆地距南宁市 227 公里，距北海市 28 公里，附近有铁路、飞机场及北海、防城等港口，交通方便。

地质调查工作主要是解放后开始的。

1958～1964 年广东地质局 724 勘探队、水文工程地质队、综合研究队先后对盆地进行褐煤、泥炭、油页岩、铁矿等普查，煤田及水文地质勘探，并进行了 1：20 万区域地质测量。

1958～1963 年地质部航空物探大队 904 地质队、第二海洋调查大队进行了 1：20 万重力普查，(北部湾及邻区，含合浦盆地)。

1972～1975 年广西地质局区测队，第三地质队、物探大队先后进行 1：20 万区域地质测量，在上洋地区进行盐矿勘探，对盆地进行了 1：10 万重力详查，电测深以及地震普查和详查，地震测线总长 382.14 公里（主要在西场凹陷，其中六次覆盖为 120.12 公里）。

1975～1977 年广西建材工业局地质队（403 队）在上洋地区进行石膏矿勘探，打井 48 口，进尺 10792 米。

1973～1975 年广西煤炭局 150 勘探队进行煤田普查，全盆地共打井 50 口，总进尺 17683.64 米，井深均小于 500 米。

1982～1983 年广西石油勘探开发指挥部先后对盆地进行石油地质调查、地震勘探和钻探。其中地震测线 207.496 公里（主要在西场及常乐凹陷，其中 12 次覆盖 18.96 公里，剩余的为六次覆盖）；打探井 14 口，其中浅井 12 口，深井 2 口，总进尺 16565 米。

1986～1990 年初，完成地震多次覆盖测线长 580.3 公里。打探井 2 口，进尺 3200 米。

通过以上单位先后对盆地进行不同目的的普查勘探，对盆地的地层、构造及其含油性等有了初步了解，并积累了一批地质资料。

合浦盆地历年来石油探井情况见表 4-2-1。

表 4-2 1 广西合浦盆地石油探井基本数据表

构造位置	井号	井别	完钻日期	完钻井深(m)	完钻层位	油气显示(层位)	备注
西	南 1	探井	1973.12.18	960.07	N_1^2		
	南 2	探井	1974.1.29	1007	N_1^3		
	南 3	探井	1974.3.6	980.96	N_1^3		
	南 4	探井	1974.7.9	1007.3	N_1^3		
	南 5	探井	1974.6.6	838.29	K_2		
场	南 6	探井	1974.8.12	1007.4	N_1^3		
	南 7	探井	1974.9.14	946.2	K_2		
	南 8	探井	1974.12.20	880.65	N_1^2		
	南 9	探井	1974.11.3	970.91	N_1^1		
	南 10	探井	1975.1.12	1000	N_1^2		
凹	南 11	探井	1975.2.11	808.65	K_2		
	南 12	探井	1975.4.24	948.43	K_2		
	西 1	探井	1981.10.30	2800	K_2	油质沥青充填于砂岩中(E_2j)	
	西参 2	探井	1980.10.9	2409.07	S	重质油充填于砂岩中(E_2j)	
	亚 1	探井	1989.12.5	1700	N_1^1	重质油充填于砂岩中(E_2j)	
陷	路 1	探井	1990.2.9	1500	K_2		

第二节 地 层

一、盆地周缘及基底组成地层

合浦盆地西北缘主要是志留系呈东西向展布，由一套浅变质的黄褐、灰绿、紫色砂质泥岩、页岩、石英砂岩等组成，含笔石丰富，厚 1700～6000 米。盆地东南缘及东北端主要是泥盆系，其次是志留系，呈北东向展布，泥盆系以紫红、紫灰带黄绿色砾岩、砂页岩为主，以及灰色石灰岩、白云质石灰岩，局部轻微变质，厚为 1700～2900 米。在石康、常乐一带有燕山早期花岗岩出露。

盆地内已有探井钻遇基底，如西场凹陷的 12003 井（非石油探井）及西参 2 井，其基底为志留系浅变质砂泥岩；于上洋凸起合浦附近 08023 井（非石油探井），其基底为泥盆系砂、砾岩；常乐凹陷Ⅷ～8 井（非石油探井），其基底为燕山早期的花岗岩。根据盆地周缘地层的展布特点及盆内少许探井的揭露，可认为，组成盆地基底岩系主要是志留系，部分为泥盆系，局部地区为燕山早期花岗岩。

二、盆地地层

盆地内地层主要是中新生界的上白垩统及第三系（图 4-2-1）。由老至新叙述如下:

1. 上白垩统石涡组（K_2s）

本组是盆地初期产物，沉积范围不广，仅见于石 、常乐二凹陷，为一套河流—滨湖相，局部为山麓堆积相的红色粗碎屑岩和水底喷发火山碎屑岩。与下伏志留系呈不整合接触。厚为 0～133 米。其岩性为：下部为浅灰白色多质岩屑砾岩及深棕色杂砂质长石石英砂岩，厚为 91 米；上部为红棕色粘土矿化安山岩，杂砂质凝灰岩，厚为 42 米。

2. 上白垩统乌家组（K_2w）

本组广泛分布，早期为一套生物贫乏的河流—滨湖相红色碎屑岩，晚期为一套浅红色含石膏细粒碎屑岩、泥质岩夹碳酸盐岩。超覆于志留系或泥盆系之上或平行不整合于石埇组之上。已见厚度941米。按岩性、生物、含矿性可分上、下二个岩性段：

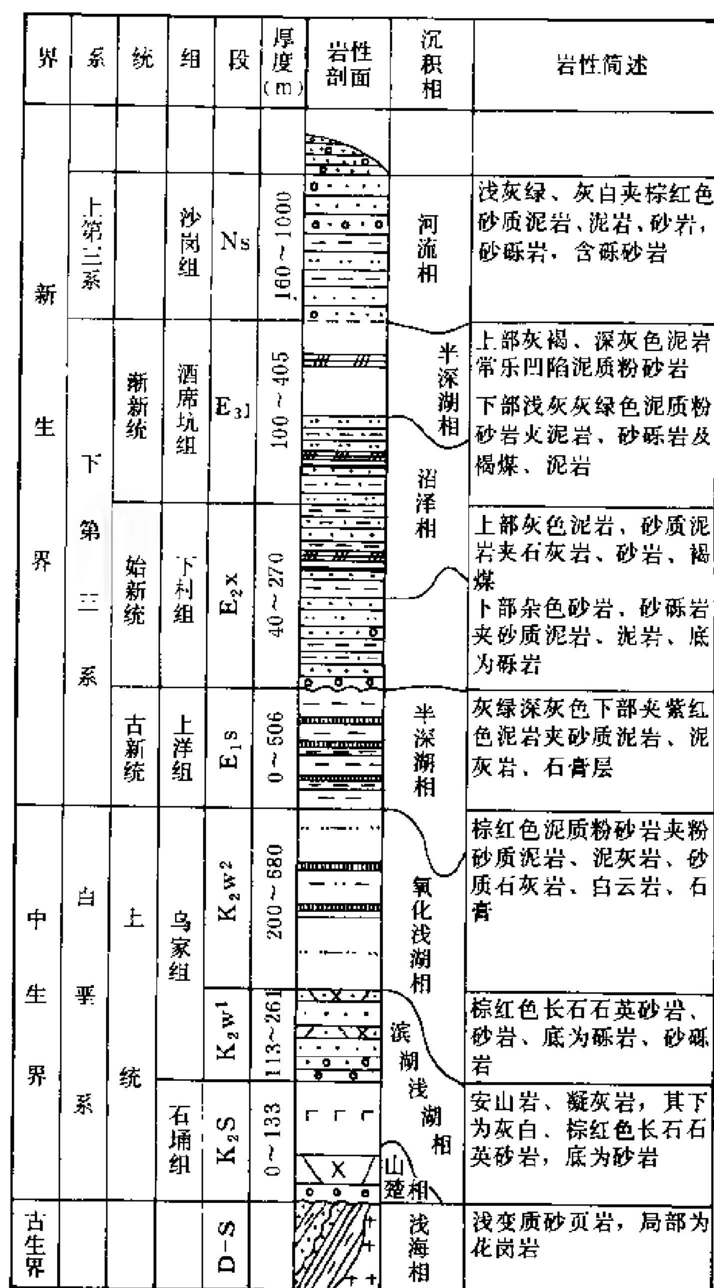


图 4-2-1　广西合浦盆地地层综合柱状图

乌家组下段（K_2w^1），底部为棕红色厚层—块状多质砾岩、砂砾岩，往上为棕红色夹棕黄色长石石英砂岩及砂岩，交错层理发育。厚为113～261米。

乌家组上段（K_2w^2），以棕红色厚层—块状灰质、泥质粉砂岩为主，间夹棕红、紫红色砂质泥岩、泥灰岩、砂质石灰岩、白云岩、石膏以及杂色粉砂质泥岩。产介形虫、轮藻等化石。

3. 下第三系古新统上洋组（E_1s）

与乌家组连续沉积。按岩性、生物和含矿性可分上、下两部分。

下部为灰绿、深灰、灰黑色泥岩，含石膏泥岩、泥灰岩及石膏层（共厚18.64～21.16米）。底部为棕红、紫红色与灰绿、深灰色相间的砂质泥岩、泥岩及含膏质泥岩。厚为0～309米。产介形虫、轮藻及孢粉化石。

上部为砖红、棕红色泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩夹砾岩及薄层石膏层，残留厚度为197米，仅见于石埇凹陷。

4. 始新统下村组（E_2x）

本组为一套河流—滨湖相杂色碎屑岩。岩性为黄绿、灰白、微红、灰绿色砂岩、砂砾岩夹砂质泥岩。上部为浅灰、灰绿色泥岩夹砂岩，局部与砂岩互层，夹煤层。具底砾岩，与下伏地层呈角度不整合接触。厚为40～270米。产孢粉、腹足类等化石。

5. 渐新统酒席坑组（E_3j）

为一套湖沼相—半深湖相灰褐、深灰色含煤、含有机质泥岩夹砂质岩、厚为405米。下部灰绿色泥质粉砂岩夹泥岩、砂岩及褐煤薄层。

6. 上第三系砂岗组（Ns）

本组以半成岩为特征，横向变化大，厚度为160～1000米。下部以灰白、灰绿色夹棕红、黄棕色砂岩、砂砾岩为主，间夹杂色泥岩、砂质泥岩。上部为浅灰色砂质泥岩、泥岩以及不等粒的砂岩、砂砾岩。本组局部含植物碎片。与下伏地层呈不整合或平行不整合接触。

7. 第四系合浦群（Qh）

为一套冲积—洪积相夹海相、海陆交互相的碎屑岩沉积，以不成岩为特点，岩性变化大，厚度差异悬殊。其岩性为黄褐、浅灰、灰白、黄棕色粘土、砂质粘土以及砂层，砂砾层。与下伏地层呈不整合接触。

第三节 构　　造

一、构造演化

合浦盆地位于北东向的合浦—北流大断裂带上，该断裂带形成于晚古生代，断裂带两侧的构造特征具有明显差异。西北侧志留系呈近东西向线性褶皱，为布格重力低异常区，东南侧泥盆、石炭系呈北东向线状褶皱，为布格重力高异常区。

印支运动晚期合浦—北流大断裂的强烈活动，沿断裂发生酸性岩浆侵入，在断裂带的东北段形成沙田，东平等中生代盆地，接受侏罗、白垩纪沉积。早白垩世末，晚燕山运动，沿断裂带的拉张断陷活动进一步向南西扩展，从而在该断裂带的西南段形成合浦盆地。

合浦盆地在合浦—北流大断层西北侧，该断层为盆地东南部边界，断层附近沉降幅度较大，沉降中心和向斜轴部偏于南侧呈箕状。盆地的发育过程大体可分为三个阶段：

1. 盆地初成阶段（晚白垩世—古新世）

晚白垩世早期，盆地开始形成，首先是盆地东北石埇、常乐一带相继下陷，接受一套山麓和河湖相粗碎屑沉积，伴随有水底火山喷发。晚白垩世晚期（乌家组沉积期）湖盆往西南扩大至西场，盆地整体形成，沉积一套河流—滨湖相红色碎屑岩，超覆不整合于老地层之上。自古新世开始，湖水逐渐加深，沉积了半深湖相的上洋组。盆地初成期气候干旱，生物贫乏。古新世末盆地自西南往北东方向相继抬升，先后结束沉积并遭受剥蚀。

布伽重力异常等值线(mGal)

探井

盆地海岸线

图 4-2-2　广西合浦盆地构造单元划分略图

2. 湖盆发育阶段（始新世—渐新世）

始新世早期的喜山运动一幕导致盆地再次下陷，沉积下村组河流—滨湖相杂色碎屑岩，不整合于下伏地层之上。尔后，沉降速度逐渐加大并趋于稳定，渐新世为湖盆发育最盛期，气候由半干旱过渡为温暖潮湿，生物日渐繁盛，沉积了酒席坑组湖沼—半深湖相富含有机质泥岩。渐新世末湖盆再度抬升而中断沉积。

3. 湖盆萎缩阶段（晚第三纪）

晚第三纪早期喜山运动二幕导致盆地又一次下沉接受沉积，此时地壳振荡频繁，湖盆面积虽有扩大，但湖水变浅，沉积物以河湖相砂砾岩为特点。晚第三纪末期，湖盆逐渐萎缩，喜山运动第三幕结束了盆地第三纪沉积，地层缓褶断裂，形成现今的基本构造格局。

二、构造分区

依据重力、地震以及钻井资料，合浦盆地可划分为西场凹陷、上洋凸起、常乐凹陷、新圩凸起和石埇凹陷等五个二级构造单元（图4—2—2）。

西场凹陷：西南濒临北部湾海，长约21公里，宽约14～15公里，面积320平方公里。晚白垩世和第三纪的沉积最厚可达3200米，凹陷南陡北缓，为一南断北超的箕状断陷。据地震资料可进一步划分为三个构造带，自北而南依次为北部斜坡带、中央凹陷带和南部断阶带（参见图4—2—3）。

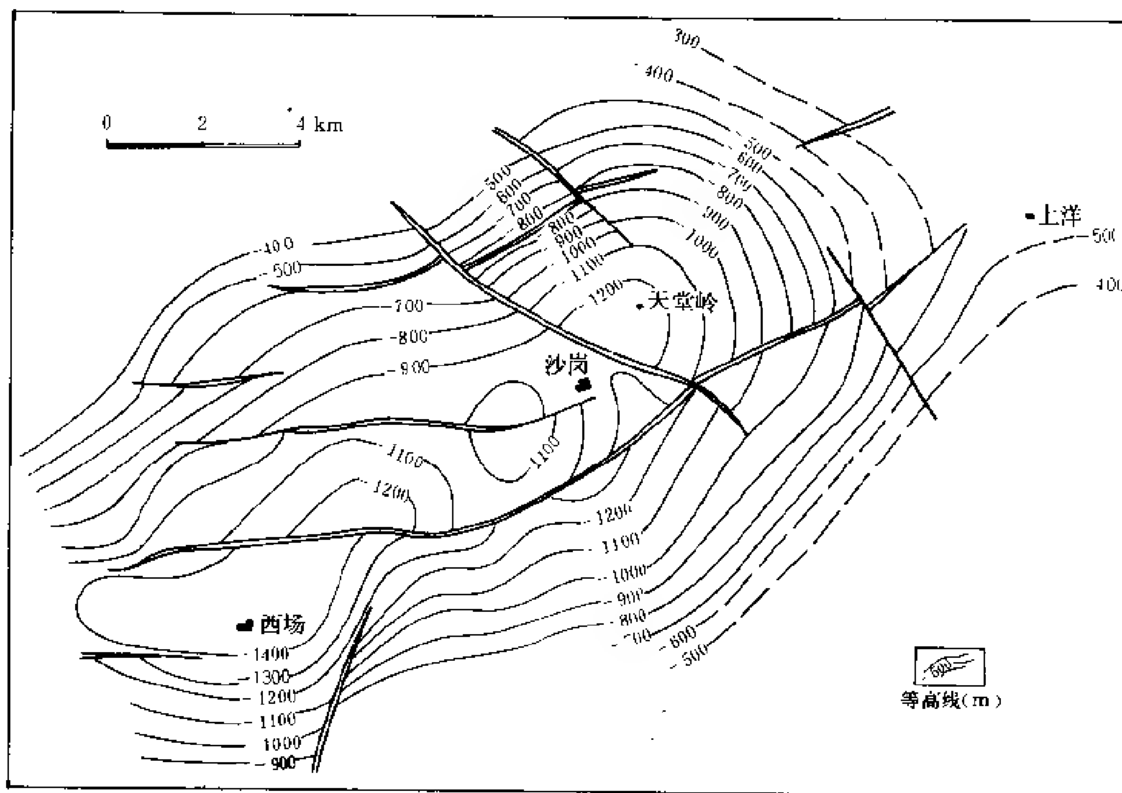


图4—2—3 广西合浦盆地西场凹陷 T_2^1（酒席坑组顶）标志层构造图

上洋凸起：布格重力为高值区，白垩系乌家组及下第三系上洋组沉积较厚，大于800米。上洋组沉积期之后，逐渐隆起，下村、酒席坑期沉积较薄，尔后持续隆起，并伴随断裂活动，致使下村组及酒席组部分被剥蚀。

由于勘探目的层已大部分被剥蚀，在上洋凸起找油的意义不大。但乌家组及上洋组，已发现较厚的石膏矿层，最厚可达21米（累厚），找岩盐则值得注意。

常乐凹陷：布格重力为低值区，白垩—第三纪沉积最厚可能大于3500米。物源区较近，沉积物较粗，尤其是沙岗组，基本上为一套砂砾岩。据地震普查资料，凹陷内有两条断距大于600米的断层，把凹陷分为三大断块。

新圩凸起：根据零星钻井资料，推测为一长期隆起区，或者是在盆地初成阶段（晚白垩世—古新世）以后长期隆起，直至晚第三纪才再度下陷，接受了沙岗期及第四纪的沉积。

石埇凹陷：发育石埇组、乌家组及上洋组，厚为500～600米，另外还有沙岗组和第四系。缺失下村组和酒席坑组。主要是晚白垩世及古新世的沉积凹陷。

第四节　生油岩及储盖组合

一、生油岩

盆地内有两套生油岩系。一是古新统上洋组，厚度大于500米，其下部厚达309米，是一套绿灰、深灰色泥岩夹泥灰岩、石膏层，具微细层理，含黄铁矿晶体，产微体化石。是环境较闭塞的半深湖相沉积产物。另一生油岩系为渐新统酒席坑组，继下村组沉积后湖盆稳定下沉，气候温暖潮湿、生物繁盛，为一套湖沼—半深湖相的含煤、含有机质泥质岩夹砂质岩。年沉积速率达0.062～0.077毫米，厚度大于800米（据地震资料）。

1. 有机质丰度

表4–2–2中，表明合浦盆地酒席坑组的生油岩是好的，上洋组则比酒席坑组差。

表4–2–2　广西合浦盆地下第三系有机质丰度数据表

层位	岩　性	$C_{有}$ (%)	"A" (%)	烃含量 (ppm)	烃／C (%)
E_3j	深色泥岩	0.62～5.19	0.0575～0.2905	266～1794	1.2～2.1
Es	灰色泥岩	0.5～1.85	0.011		

2. 有机质类型

表4–2–3为酒席坑组泥岩族组分分析有关数据，与地矿部石油地质中心实验室对生油岩母质类型的划分标准对比，酒席坑组有机质类型相当于腐植—腐泥型。

表4–2–3　广西合浦盆地酒席坑组族组分分析数据表

有机质类型	沉积相	岩　相	沥青／有机碳 (%)	饱和烃+芳香烃 (%)	非烃+沥青质 (%)	烃／C (%)
腐植–腐泥型	较深湖	深灰色泥岩	3～5	30.33～48.04	26.69～69.67	1.2～2.1

可溶有机质元素分析结果（表4–2–4）与国内中、新生代陆相盆地比较亦相当于腐植—腐泥型。

表4–2–5是合浦盆地干酪根分析资料，与国内一些盆地比较，生油母质类型属混合型。

合浦盆地生油岩可溶有机质及干酪根红外图谱的特征是：富含烷烃的吸收峰强度较大，可溶有机质红外光谱 2920cm^{-1}、2855cm^{-1}、1460cm^{-1}、1380cm^{-1}、720cm^{-1} 等吸收峰较强；干酪根红外光谱图仅 2920cm^{-1}、2855cm^{-1} 吸收峰较强，1700cm^{-1} 与 1600cm^{-1} 吸收峰大致相当。再从生油岩可溶有机质红外光谱吸收峰 1460cm^{-1} / 1600cm^{-1} 值，绝大多数大于 1 的情况，其有机质类型可定为腐泥型。

表 4-2-4 广西合浦盆地酒席坑组泥岩可溶有机质元素含量表

氯仿沥青“A”				有机质类型
C (%)	H (%)	O+S+N (%)	C/H	
70.67～74.03	9.06～9.9	16.07～19.65	7.4～8	腐植—腐泥型

表 4-2-5 广西合浦盆地酒席坑组干酪根元素组成参数表

元素成分					类型	样品数
C (%)	H (%)	O (%)	H/C	O/C		
55.40～67.81 (60.06)	5.74～7.29 (6.57)	9.89～15.35 (12.06)	1.24～1.38	0.13～0.21	混合型	4

综上所述，合浦盆地生油岩的有机质类型为腐植—腐泥型。

3. 有机质成熟度及演化

综合酒席坑组各方面的资料（表 4-2-6）分析，酒席坑组生油岩已部分进入低成熟演化阶段。在西场、常乐凹陷的沉积中心部分，生油岩埋藏较深，有机质热演化成熟度可能相应增高。

表 4-2-6 广西合浦盆地酒席坑组生油岩有机质成熟度参数表

演化阶段	埋深 (m)	温度 (℃)	总烃 (%)	烃/C (%)	正烷烃			热解峰温 (℃)	干酪根		孢粉		反射率 R_o(%)
					主峰碳数	OEP	$\frac{C_{21}+C_{22}}{C_{28}+C_{29}}$		C (%)	H/C	颜色	色变指数	
未熟～低熟	914～1430	<92	31～74	1.2～2.1	C_{27}～C_{29}	1.43～3.19	0.32～0.61	425～436	55.4～75.08	1.24～1.38	棕～黄	2.6～2.7	0.32～0.53

西场凹陷西参 2 井及西 1 井岩芯薄片观察，发现酒席坑组的粉砂质泥岩及石英粉砂岩的裂缝、溶洞及孔隙中，充填有黄褐色、棕黑色沥青、呈条带状、凝块状、浸染状分布，表明该凹陷有机质已向油气转化。

二、储盖组合

1. 储集层

上白垩统石堰组、乌家组砂质岩因灰质胶结，较致密，孔隙度为 3.22～7.78%，渗透率为 0.06～0.44×$10^{-3}\mu m^2$，物性条件不好，储集性能差。下第三系砂质岩，泥质胶结，孔隙度一般为 15～25%，渗透率为 100～1000×$10^{-3}\mu m^2$，储集性能较好，这些储集层，在剖面上与生油岩配置合适者首推下村组下部，其次为酒席坑组下部。

2. 盖层

泥页岩广泛分布于各层组，盖层不缺乏。

图 4-2-4 表示出区内生储盖组合条件。

地层	代号	生储盖层	厚度 (m)	C (%)	"A" (%)	烃 (ppm)	孔隙度 (%)	渗透率 (×$10^{-3}\mu m^2$)	评价
沙组	Ns	储							
酒席坑组	E_3j	生盖	50—224	0.62～5.19	0.057～0.2905	266～1794			
		储	≈20						好
		生 盖	10						
		储	≈30				19.54	312	好
		生 盖	≈30						
		储	15						好
下村组	E_2x	牛 盖	50	1～3	0.03～0.12				
			15				15～25	200～300	好
		生 盖	40						
		储	50						较 好
上洋组	E_1s	生	30～112	0.3～.85	0.011	1～8			
乌家组	K_2w								

图 4-2-4 广西合浦盆地生储盖组合条件示意图

第五节 圈闭类型预测

从盆地的构造特征分析，盆地可能存在的圈闭类型以构造类型为主，如断阶、断鼻及背斜构造等，同时亦可能有地层超伏不整合、岩性尖灭、侧向相变等地层、岩性圈闭类型。

合浦盆地向西南延入北部湾。在盆地伸入浅海部分进行勘探，将有助于加深合浦盆地含油气前景的认识。

合浦盆地面积950平方公里（陆上），下第三系下村组、酒席坑组具备生油条件。在西场凹陷和常乐凹陷有机质热演化已达成熟阶段，因此合浦盆地是滇黔桂地区有含油气前景的第三系盆地之一。应首先对上述两个有生油层的凹陷进行勘探。

第三章 景谷盆地

第一节 概 况

一、自然地理概况

景谷盆地位于东经100°38′～100°45′，北纬23°22′～23°35′，属云南省思茅专区景谷县所辖。交通较为方便，以公路为主，东距昆明629公里，南离思茅171公里。该盆地为南北狭长形，长18公里，宽3.5～5.5公里，面积92平方公里。四周被中高山环抱，其海拔高度一般多在1200～1400米左右，最高山峰海拔1680米。盆地内地势平缓，海拔高度在950米左右，威远江自北向南蜿蜒流经盆地中部。景谷地区属亚热带—热带高原型湿润季风气候，四季变化不明显，无酷署和严寒，但干湿季分明。平均年气温19℃左右，平均年降水量1500毫米，但多集中在5～10月份的雨季，11月至第二年的4月为干季。

二、勘探简史

自1958年墨江地质队在该盆地进行煤田调查发现有油气显示，至1972年先后有贵州石油勘探局、云南省地质局，云南省石油会战指挥部在该盆地进行工作。1961年云南石油勘探处801队在景谷盆地钻了两口浅井，其中景1井在井深162.5～198米发现有二层含油砂岩，累计提捞原油一吨左右。1970年云南省地质局十六地质队在该盆地进行石油地质普查勘探时，钻探井两口，进尺2226.69米，其中油ZK_1井井深1344米、油ZK_2井井深881.8米，发现了不同层位不同程度的油气显示，填图（1∶2.5万）100平方公里。

1970～1972年云南石油会战指挥部在该盆地进行石油普查勘探工作，完成地震测线91.65公里，钻探井64口（中深井6口），见油砂井23口，气显示井2口，出油井4口，出气井1口，出油气井1口；完成（1∶2.5万）野外复查填图49平方公里。1972年以后、景谷盆地的石油勘探工作基本停止。

表4–3–1 云南景谷盆地中深探井基本数据表

构造名称	井号	开钻日期	完钻日期	井深(m)	完钻层位	油气显示	测试结果
文帽	深1井	71.3.31	72.2.7	1560	N_1	油浸、沥青	产油 $0.8m^3/d$,水 $4.9m^3/d$
文帽	深3井	71.9.28	72.3.2	1699	N_1	油花	/
文帽	深6井	72.4.6	72.8.20	1907	N_1	油浸	/
文帽	深2井	72.5.12	73.8.16	2116	N_1	气浸	/
文帽	深5井	72.9.26	73.5.8	1960	N_1	油浸、油斑	/
文帽	深7井	73.12.15	74.5.10	1320	N_1	岩屑含油	/

第二节 地 层

景谷盆地为上第三系断陷盆地，区域构造位置处于三江褶皱系，兰坪—思茅中、新生代坳陷（盆地）中部。盆地基底和周边地层均为下第三系，盆地地层为上第三系，总厚 2500 米，与基岩间呈角度不整合。

盆地上第三系及中、上新统厚为 2500 米，以砂泥岩为主，见图 4-3-1，自下而上

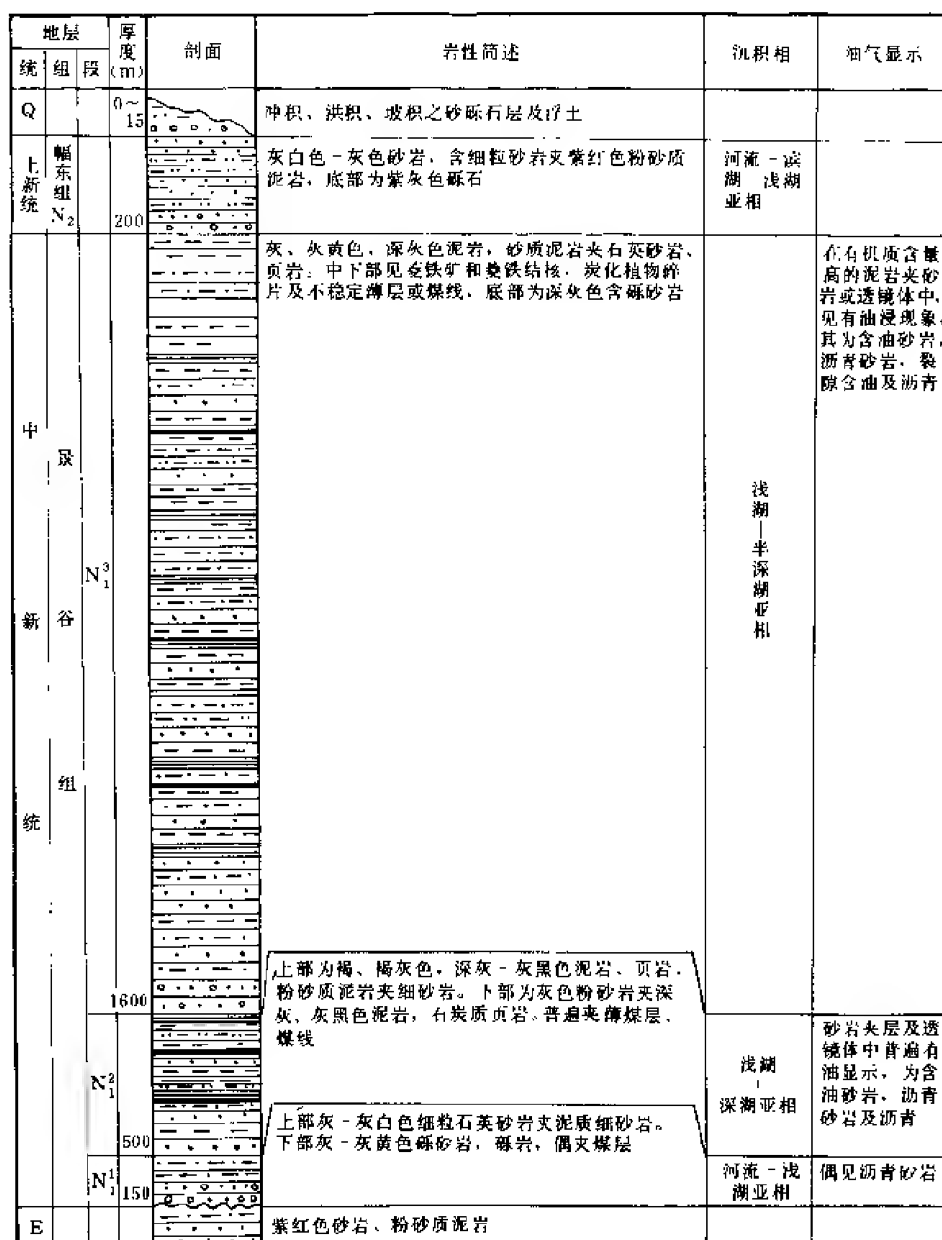


图 4-3-1 云南景谷盆地地层综合柱状剖面简图

可分为二个组（景谷组 N_1、幅东组 N_2），在景谷组中又分三个段。盆地东西两侧与下第三

系地层呈断层接触，其余为高角度不整合接触。第四系仅沿现代河谷威远江等地零星分布，厚几米至几十米。

一、基底地层

下第三系（E）:

紫红、棕红色砂岩、粉砂质泥岩。过去被误认为白垩系，现据古生物组合改定为下第三系。

二、盆内地层

1. 景谷组第一段（N_1^1）或称下砂砾岩段

灰、灰白、棕灰、黄褐色厚—块状砂砾岩夹紫红色与灰色相间之砾岩，偶夹亮煤小条带，下部主要为砾岩、含砂砾岩、上部为细粒石英砂岩夹泥质细砂岩。主要出露于盆地中段东缘，厚度变化较大，一般厚为9～110米，与下伏第三系呈超覆不整合接触或断层接触。

2. 景谷组第二段（N_1^2）或称含煤含油泥页岩段

为盆内主要生储油层段。下部为灰色粉砂岩、石英砂岩夹深灰色、灰黑色泥岩、炭质页岩，上部为褐、褐灰、深灰—灰黑色泥岩、页岩、粉砂质泥岩夹薄至厚层状细砂岩。普遍夹有煤层或煤线，并在夹层中普遍见有沥青或油浸现象。本段可分为十个小层，每一小岩层均为下粗上细的正韵律层，从下到上砂岩层数减少，砂岩单层厚度也随之减小，而泥质岩相应增加，其单层厚度也随之加大，星散状分布的黄铁矿增多。该段地层出露于盆地的东缘与北缘，景谷煤厂至风岗盐厂一带沉积较厚，向南向北地层变薄，岩性变粗。厚度为300～500米。

3. 景谷组第三段（N_1^3）

为灰至灰黄色、深灰色泥岩、砂质泥岩夹石英砂岩、泥岩。可分三个小层，N_1^{3-1}、N_1^{3-2}颜色较深，为深至深灰色泥岩，夹厚—薄层状石英砂岩、含砾砂岩，见有菱铁矿或菱铁矿结核，炭化植物碎片及不稳定薄煤层或煤线，底部为含砾砂岩。上部N_1^{3-3}色浅，为灰—浅灰色，夹薄至中厚层状粉砂岩及细砂岩，具水平层理，含微体化石，地表出露范围广，遍及全盆地。N_1^3厚达1600米左右。

4. 幅东组（N_2）或称上砂砾岩组（段）

灰白色—灰黄色砂岩，夹紫红色粉砂质泥岩，局部含煤线，河流相斜层理较发育。底部为紫灰色含砾砂岩，与下伏地层呈假整合接触。本组主要分布于盆地中段西侧，厚为200米。

5. 第四系（Q）

残积坡积之碎石、浮土、冲积砂、砾石及耕作土，与下伏地层呈不整合接触，厚为0～20米。

第三节　构　造

一、构造演化

景谷盆地的构造演化，可分成形成、发展、衰亡三个时期。

1. 盆地形成期（晚第三纪中、新世早期）

当时地形高差大，河流切割作用强，地形总趋势是东北高西南低，沉积物源主要来自北东方向。受张应力作用，该盆地形成早期为地堑式的双断陷盆地，中央有一近南北向的隆

起，由于中部隆起古地形及物源供给的影响，沉积厚度分布极不均匀。沉积中心主要在东部，如位于东部的浅15井处（图4-3-2）N_1^1地层厚147米左右，为浅灰—灰、暗紫杂色含砾砂岩及砂岩夹泥岩的一套滨湖—浅湖相沉积，西部沉积物较东部粒度细，颜色深，为灰、褐灰色泥页岩及泥粉、细砂岩之浅湖相沉积。以上这套沉积物往南迅速减薄，在浅34井处仅厚9.10米。这时期形成的砾石成分主要为下第三系暗紫色砂砾岩，它们均呈次棱角至次圆状，反映近源搬运。

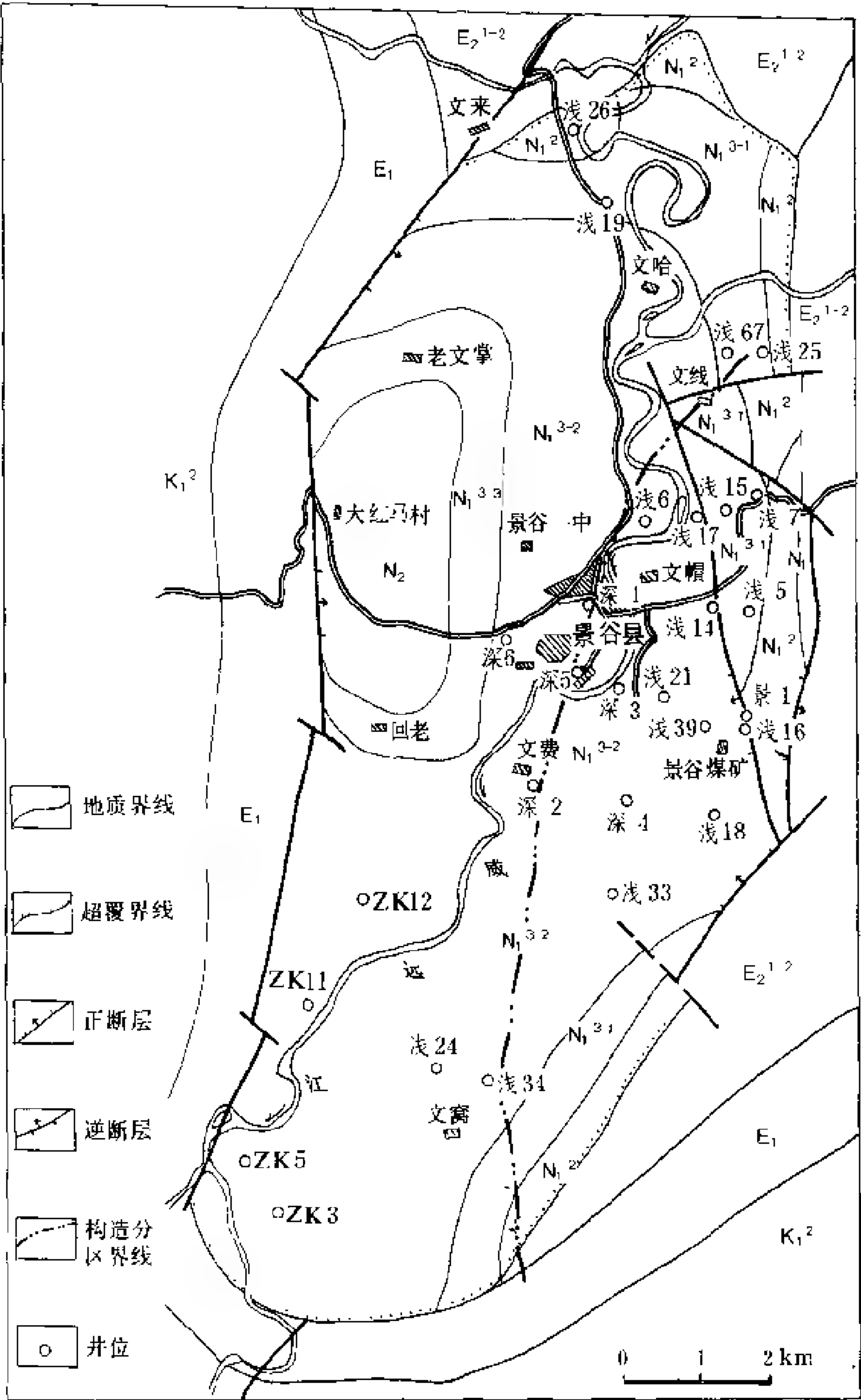


图4-3-2 云南景谷盆地平面地质图

2. 盆地发育期（晚第三纪中新世中期—晚期）

随着控制盆地的东西断裂活动加剧，盆地继续下沉，地形逐渐变缓，湖面扩大，水体加深。从岩性特征来看反映一套浅湖至深湖相的灰—灰黑色泥页岩夹砂岩沉积，从下到上泥质成分增加、有机质、星散状黄铁矿、菱铁矿也随之增加，微细层理发育，形成一个正韵律沉积。中晚期，水面面积最大，沉积物向北向南超覆。如 ZK_{11} 井、ZK_8 井及 ZK_3 井在进入 N_1^{3-2} 地层后分别钻进到井深 263.31 米、156.75 米、255.31 米时已是下第三系红层，缺失 N_1^{3-1}、N_1^2、N_1^1 地层，N_1^{3-2} 直接超覆在下第三系红层之上。后期东部断裂发生位移并逐渐停止活动，西部断裂仍剧烈活动，盆地从双断式演化为单断式断陷盆地。

3. 盆地萎缩期（晚第三纪上新世）

从上新世早期开始，总体上升，湖水面积缩小，水体变浅，沉积物粒度增大，沉积了一套粗碎屑滨湖—浅湖相的灰黄、紫红色含砾砂岩、砂岩夹粉砂质泥岩。上新世晚期，整个盆地抬升为陆，结束了盆地发育历史。

综上所述，景谷盆地的形成过程中，在张应力作用下呈振荡式下降，其中有三次较大的抬升。造成在四个大的沉积旋回中，有多个小的沉积旋回。

二、构造特征

从盆地构造发展史和地质图（图 4-3-2）可以看出：盆内上第三系从东至西地层渐新，构成不对称的向斜构造，向斜东翼宽，地层出露齐全，断层及小褶曲比较发育；而西翼窄，地层出露不全。向斜轴线长 13 公里，基本和盆地长轴方向一致，呈南北向延伸，略显"S"形，轴部出露地层为 N_2。

在盆地东部发育一些小的不太明显的局部背斜构造，现分述如下：

①景谷—文费背斜：轴线呈北东向延伸 2 公里，轴部和两翼地层均为 N_1^{3-2}，南东翼倾角 5°～15°，北西翼倾角 19°～30°，为西陡东缓之不对称背斜；②青年农场鼻状构造：轴线呈南北向，长约 1 公里，向南倾伏，两翼与轴部出露地层均为 N_1^{3-2}。

盆地东西两侧断层发育，在规模上是西部大于东部，数量上则是东部多于西部，断层可分两大类：

①盆地边界断层：盆地东西两侧均与下第三系红层呈断层接触，此类断层为同生断层，以高角度正断层为主，断距大，断面倾向盆地；②盆地内部断层：第一种是分布在东部与盆地构造线一致并和盆地边界性质类似的断层，如景谷煤厂断层。这类断层性质表现为正断层，断层面西倾（倾向盆地），但断距规模均不如边界断层大。另一种与盆地构造线斜交的横断层，如回老—丙中横断层等，此类断层形成时间相对较晚，它们切割了南北向断层和向斜。

三、构造单元划分

以前尚未对该盆地进行二级构造单元划分，现从重力资料分析，该盆地的布格重力值最低为−193 毫伽，位于景谷中学以西约 1 公里，等值线密度为西部密，重力梯度大，东部疏，反映盆地基底西陡东缓。盆地内有两个相对重力异常低值带，一个在景谷中学以西，另一个在青年农场、凤岗盐厂和景谷煤矿一带，前者剩余重力异常相对值为−5，后者为−3。反映出盆地基底起伏不平，中间为一近南北向的隆起，东西两侧分别为两个凹陷，且西部凹陷比东部凹陷深。但根据钻井资料（深 6 井、深 5 井、浅 14 井等）证实中部隆起并不存在，基底地层为一向西倾斜的单斜，故只能把景谷盆地分为东部斜坡、西部凹陷两个二级构

造单元（图 4–3–2）。西部凹陷面积为 60 平方公里，东部斜坡为 32 平方公里。

第四节 石油地质特征

一、油气显示

1. 景深 1 井的油气显示：

景深 1 井是景谷盆地第一口深探井，位于景谷县城附近。1971 年 8 月 31 日开钻，1972 年 2 月 7 日完钻，完钻井深 1560 米，钻入下第三系 36 米。取芯进尺 15.4 米，岩芯长 4.92 米。通过完井试油，共捞获原油 34456 公升。

本井在 N_1^1—N_1^{2-9} 的 17 个井段见微量油浸或裂缝中见沥青。油气显示情况见表 4–3–2。

表 4–3–2 云南景谷盆地景深 1 井油气显示情况表

层位	井深 (m)	钻厚 (m)	岩性	显示类别
N_1^{2-9}	1224～1225	1	细砂岩	裂缝见沥青
	1246～1247	1	细砂岩	裂缝中见沥青
N_1^{2-8}	1288～1294	6	页岩夹砂岩条带	砂岩微含油
	1299～1300	1	细砂岩	砂岩微含油
$N_1^{2-7}4$	1315～1316	1	细砂岩	砂岩微含油
	1327～1337	10	细砂岩	局部及裂缝微油浸
	1343～1345	2	细砂岩	微油浸
	1362～1372	10	页岩夹薄层砂岩	微油浸
	1378～1382	4	砂质页岩、砂岩	微油浸
$N_1^{2-3}1$	1426～1427	1	细砂岩薄层	微油浸
	1430～1431	1	细砂岩	微油浸
	1440～1441	1	细砂岩	微油浸
	1448～1460	12	细砂岩、砂质页岩	裂缝见沥青
N_1^1	1475～1478	3	细砂岩、砂质页岩	裂缝见沥青
	1482～1483	1	细砂岩	微油浸
	1494～1495	1	细砂岩	裂缝见沥青
	1506～1507	1	细砂岩	裂缝见沥青

本井完井后，对 N_1^2 的 11 个油气显示井段进行了试油。在井段 1290.9～1291.8 米，层位为 N_1^{2-8}，岩性为灰色细砂岩的试油结果，获日产原油 0.8 立方米，日产水 0.49 立方米。其它井段在试油中产水见有油花。

2. 油气显示特征

盆地内先后发现 N_1^2 和其它一些地层有不同程度的油显示，可分为三种①含油砂岩；②砂岩中含沥青；③裂缝中含油或沥青。这三者中以①、②两种占大多数。这些油显示在 N_1^2 地层中主要集中在中、上部的 N_1^{2-4} 至 N_1^{2-9} 层段，其中尤以 N_1^{2-8} 最好，N_1^{2-9} 次之。从东部钻井中 N_1^{2-8} 层段的油显示占总数的 60～80%，其中含油砂岩占总含油砂岩的 55%；含沥青砂岩者占含沥青砂岩总数的 60%；裂缝中有油及沥青者占其总数的 83%。在平面上南部比北部好，估计西部会比东部好。含油砂岩一般厚为 0.2～3 米，最厚可达 6～7 米。油气性质列于表 4-3-3。

表 4-3-3　云南景谷盆地 N_1^2 油、气性质和气成分一览表

井号	油			气		气体成分			
	产量 (m^3/d)	相对密度	粘度 (mPa·s)	产量 (m^3/d)	相对密度	CH_4 (%)	C_2H_6 (%)	C_3H_8 (%)	C_4H_{10} (%)
浅 43	0.25	0.92	63.355	144	0.599	91.75	1.25	0.89	0.04
浅 8	0.636	0.89	74.10	/	/	/	/	/	/
浅 28	2.20	0.89	44.08	/	/	/	/	/	/

二、生储盖层及其组合

1. 生油层

景谷盆地主要生油层为 N_1^2 中、上部深灰色泥岩，次为 N_1^3 中部灰色泥岩（表 4-3-4）。N_1^1 上部及 N_2 下一中部较差。生油岩的分布面积和累计厚度分别为：N_1^2 面积为 40 平方公里，厚为 200 米左右，体积为 8 立方公里；N_1^3 面积为 60 平方公里，厚为 400 米左右，体积为 24 立方公里。

表 4-3-4　云南景谷盆地主要生油岩生油指标一览表

层位	累计厚度 (m)	A%	B%	C%	A/C	S^{2-}%	K	沉积相	地化相	备注
N_1^2	200	0.1457	0.020	1.1976	0.1218	0.7200	0.38	深湖相	还原相	井下样品平均
N_1^3	400	0.052	0.010	0.78	0.066	0.420	0.32	半深湖相	弱还原-还原相	井下样品平均

表 4-3-4 反映出 N_1^2 为含有机质丰富、稳定还原环境下的产物，是盆地最主要的生油层。在纵向上以 N_1^2 中上部较好，横向上则从盆地边缘向中心变好，泥岩厚度增加，颜色加深，分散状黄铁矿增加。按这一趋势推测，盆地中西部生油条件有可能更好。

2. 储集层

凡是具有生油能力的泥页岩中的砂岩夹层，均为油气储集层，油气多集中在 N_1^{2-6}—N_1^{2-10} 的砂岩孔隙和裂隙里，其它地层砂岩中也见有油气显示。砂岩大致有三种胶结类型：第一是以泥质胶结为主，含少许钙质；第二是以钙质胶结为主，含少许泥质；第三种是以硅质胶结为主。其中以第一种类型的储油性能最优，它胶结疏松，连通孔隙好，含油性能佳，油气均

储在粒间孔隙中，后两者含油性很差，仅见部分裂隙性油气显示。据景1井取出的油砂物性分析资料看，凡含油性能好的，其孔隙度在20%以上，渗透率为$513\times10^{-3}\sim3794\times10^{-3}$平方微米，碳酸盐含量小于5%，其成分以细粒石英为主，磨圆度中等，多为孔隙式胶结。在一般情况下，这些有油气显示的砂岩单层厚2～4米，最厚可达6米，累计厚度大于200米，但砂岩在横向上和纵向上变化大，它们都呈透镜体状或楔状，向盆地中心部位减薄。主要储集体物性见表4-3-5。

表4-3-5　云南景谷盆地N_1^2—N_1^{3-1}砂岩粉砂岩物性一览表

层位	厚度(m)	砂岩		粉砂岩		含油饱和度(%)	
		孔隙度(%)	渗透率($\times10^{-3}\mu m^2$)	孔隙度(%)	渗透率($\times10^{-3}\mu m^2$)	砂岩	粉砂岩
N_1^{3-1}	96.00	14.65	<1	17.70	56.40		
N_1^{2-10}	10.32	7.02		19.50		32.99	36.48
N_1^{2-9}	30.86	17.90	270.76	9.29	320	53.98	80.18
$N_1^{2-\substack{8\\7}}$	13.50	8.72	4.39	6.86		13.07	
$N_1^{2-\substack{5\\4}}$	8.00	8.65	2.23	7.83			
$N_1^{2-\substack{3\\1}}$	51.75	5.50					

表4－3－6　云南景谷盆地生储盖组合表

地层			厚度(m)	岩性描述	生储盖组合
系	统	组			
上第三系N	上新统N_2	第四岩组	200	灰白至灰色砂泥岩，含细粒砂岩及粉砂质泥岩、泥岩、底为砾岩	第三组合
	中新统N_1	第三岩组N_1^3	1600	灰至灰黄、深灰色泥岩、砂质泥岩夹石英砂岩、页岩，中、下部见菱铁矿、碳化植物碎片，不稳定煤层或煤线，底部为深灰色含砾砂岩	第二组合
		第二岩组N_1^2	500	上部为褐—灰黑色泥页岩，粉砂质泥岩夹细砂岩，下部粉砂岩夹泥页岩，从上到下砂岩增多，单层厚度增大，普遍见煤线或薄煤层	第一组合
		第一岩组N_1^1	150	上为灰—灰白色细粒石英砂岩夹泥质细砂岩，下部灰—灰黄色含砾砂岩，砾岩	

3. 盖层

景谷盆地上第三系以泥质岩为主，这些厚度大面积宽的泥质岩均是良好的盖层。在主要含油层段 N_1^{2-6}—N_1^{2-10} 中的砂岩体，它们都是夹在生油岩之中，其上的泥质岩均为良好盖层。N_1^3—N_2 之泥岩为区域盖层。

4. 储盖组合

前已述及，盆地发展是振荡式的下降，反映在沉积物上分为四个沉积旋回，在四个大的沉积旋回中又可分成若干小的沉积旋回，每个旋回均为下粗上细的正韵律沉积。上第三系四个沉积旋回形成的四套岩性组合组成互相重叠的三个生储盖组合（表 4–3–6），它们的组成形式是下一个岩组的上部和上一个岩组的下部共同组成了一个生储盖组合。它们之间既有重叠，又可独立分开。同样次一级的小旋回也可组成上述类型的生储盖次一级组合。

三、油气藏及其分布

该盆地的油气藏类型（表 4–3–7），推测有岩性、构造及复合等类型。其中以岩性圈闭为主，凡是有生油条件的地方，只要有能够储集油气的砂体就有该种类型油气藏，其规模视砂体大小和储集性能好坏而定。

表 4–3–7 景谷盆地油气藏类型及分布特征表

类 型	特 征	分 布 范 围
岩性尖灭油藏	含油砂体呈大小不等的透镜状，楔状、舌状等，被泥质生油岩所包围	全盆地凡是有生油条件的地方，只要有砂体都有此类油藏存在
构造油藏	一般呈鼻状，规模小，圈闭条件差	盆地中部和东部
复合油藏	储油砂体与断裂共同形成断层、岩性遮挡式油藏	盆地东西两侧走向断裂带上

构造圈闭类型：主要指景谷、文费背斜和东部南北向的一些小背斜。但从钻孔揭露来看，该类型含油性的好坏，很大程度上决定于储集岩的物性。

复合类型：为冲积、洪积锥砂体，湖底扇砂体与断裂形成的断层遮挡—岩性油气藏。主要分布在东侧和西侧走向断裂较发育地带。

第五节 勘 探 前 景

景谷盆地自 1958 年发现油气显示至今已有三十多年，许多单位虽作了不少的工作，但多系从自身找矿目的出发，专门探油的井并不算多，且多为浅井，多集中于盆地中部和东部，盆地西部基本上没有进行油气勘探，勘探程度尚低。

景谷盆地面积虽小，但沉积厚度较大，且具有良好的生油条件和多种可能的油气圈闭类型，通过进一步的勘探，有可能发现小的油气田。西部深凹陷西侧，可能存在扇三角洲或水下扇体等较好的储集砂体。在西部凹陷进行重点勘探，有希望打开景谷盆地的找油局面。

第四章 宁明及上思盆地

第一节 概 况

一、地理位置及交通

宁明、上思两盆地又称明江盆地。位于东经106°52′30″～108°1′30″，北纬22°4′～22°11′，属广西宁明和上思两县管辖。西起宁明县夏石火车站附近，东至上思县那则附近，长约120公里，宽3～12.5公里，呈近东西向展布，西部宁明盆地面积为300平方公里，东部上思盆地面积为360平方公里，其间还有海渊，板棍等小盆地。盆地内为平原丘陵地貌区，海拔115～200米，相对高差50米以下。属亚热带气候，年平均温度20°～22℃，每年6～9月份平均温度为28℃，最高达40℃，1～2月份平均温度7℃，年降雨量1300～1600毫米。

明江自东而西贯穿盆地，明江为左江主要支流之一，全年可通航。湘桂铁路经过宁明县，公路干线有南宁至宁明、上思县，交通方便。

二、盆地地质勘探概况

1927～1928年曾有地质学家调查宁明盆地，把第三系命名成“宁明层”。

1958年以来，先后有十多个单位在盆地工作，煤炭部门150、164地质队，地质部系统专区地质队，广西壮族自治区地质局第二地质队、第四地质队、区测队、物探队等进行煤矿、膨润土矿勘探、区域地质调查及航磁调查。石油部门先后作了石油地质普查、详查、1:10万重磁力详查和地震普查。1985年10月在宁明盆地明江构造钻探明1井，井深1400米，井底层位为下三叠统火成岩。

第二节 地 层

一、基底地层

宁明、上思等盆地叠加在十万大山中生界盆地西凹陷之上（图3-4-1），是沿东西向断裂带发育的一系列喜山期沉积盆地之一。盆地基底为侏罗、白垩系及更老地层。盆地南缘分布侏罗系中、下统紫红色砂泥岩，盆地北缘主要分布中三叠统的火山碎屑岩夹灰色、深灰色泥页岩和砂岩，以及下三叠统的碳酸盐岩夹砂泥岩和二叠系的碳酸盐岩，局部出露石炭系碳酸盐岩。上述诸层系呈北东或近东西向展布，盆地基底相对比较复杂，大体上南带以侏罗系为主，北带大部分为中、下三叠统或二叠系碳酸盐岩，上思盆地北部基底可能还有石炭系碳酸盐岩。

二、盆地地层

盆地地层按岩性、生物、含矿性及接触关系，可分为三大套，总厚达1700米，由老至新描述如下：

1. 始新统那读组（E_2n）

为宁明、海渊、上思盆地初期沉积物，岩性厚度变化均较大，宁明厚为450～820米，

海渊厚为160～355米，上思厚为161～444米，与下伏侏罗系或二叠系、三叠系呈不整合接触。按岩性可分上、下两段（图4-4-1）。

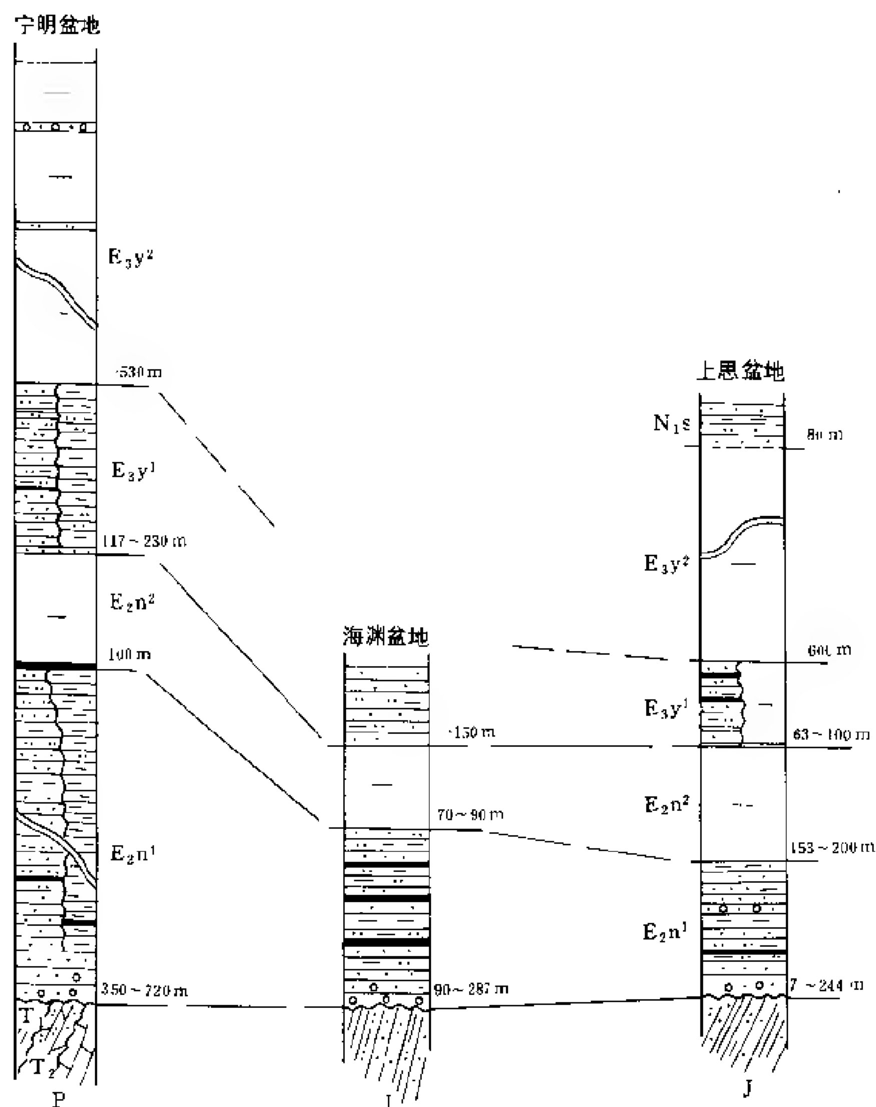


图4-4-1　宁明、上思盆地第三系柱状对比图

那读组下段（E_2n^1）：为紫红色、杂色砂岩、砾岩，粉砂岩及灰色、紫灰、褐灰色泥岩、砂质泥岩不等厚互层，间夹碳质泥岩、油页岩及薄层褐煤。底部普遍具底砾岩，厚度变化大。

宁明盆地厚为350～720米，海渊盆地厚为90～280米，上思盆地厚为7～244米。

那读组上段：褐灰、深灰色泥岩，间夹少许粉砂岩薄层，含菱铁矿结核或透镜体，厚70～200米。

本组化石丰富。植物化石有日本莲、普宜槲叶、斯氏棕榈，长昌棕榈等。还有古脊椎及软体动物等。

2. 渐新统邕宁组（E_3y）

邕宁组下段（E_3y^1）：灰白色、灰色砂岩、砂质泥岩及泥质砂岩，厚为20～230米。含

薄层褐煤1~3层，本段岩性变化较大，上思盆地以深灰、褐灰色泥岩为主。

邕宁组上段（E_3y^2）：为深灰、褐灰色泥岩，含有菱铁矿结核或透镜体，宁明厚大于760米，夹多层（7层以上厚为0.72~4.92米）膨润土矿及多层（6层以上）酸性熔岩质砂岩。上思厚为302~600米。盆地北部及东部夹多层砂岩及石灰岩透镜体。

邕宁组化石丰富。螺蚌类有似瘤螺、楔蚌，珠蚌等；植物有大叶板栗、古旱冬瓜等；还有鱼类化石。

3. 中新统上思组（N_1S）

仅见于上思盆地东部，为灰白色夹暗灰和紫红色砂岩、粉砂岩，泥岩不等厚互层，常见黄铁矿结核，疏松，成岩性较差。厚度大于80米。与下伏邕宁组为平行不整合。有孢粉等化石。

第三节 构 造

宁明、上思盆地呈东西向串珠式叠加在十万大山中生界盆地西凹陷之上。喜山早期，沿东西向的东门—凭祥大断裂发生张性断陷，形成宁明、上思等第三纪盆地、盆地为东西向不对称向斜，北侧为断层接触，南部不整合在侏罗系之上。北翼倾角较陡，一般为20°~30°，南翼倾角一般为10°~15°。

宁明、上思盆地大体可分为北部断陷带及南部平缓斜坡带。根据地震资料，宁明盆地北部断阶带，第三纪沉积厚达1700米左右，具有局部隆起（图4—4—2）。

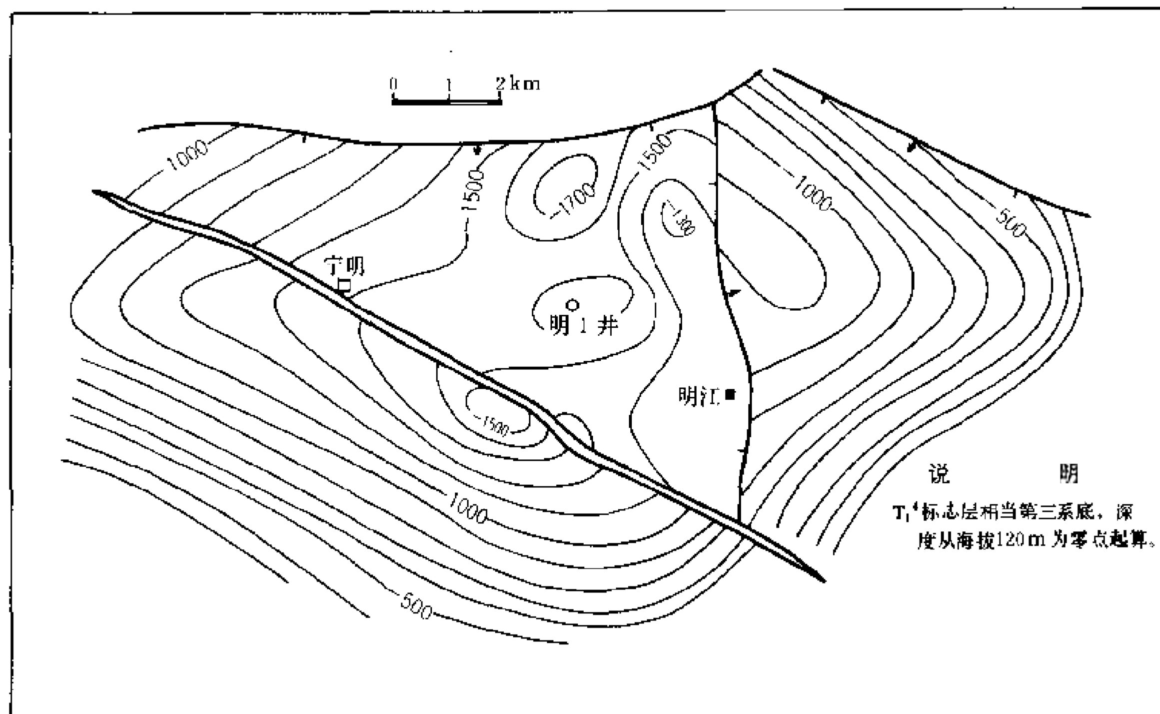


图4—4—2 宁明盆地地震T_1^4反射层（第三系底）构造图

盆地的形成、发展特点为：

始新世早期盆地开始出现，发育一套河流—滨湖相的红色粗碎屑岩，到始新世中、晚期，盆地继续下陷，沉积一套浅湖—半深湖相以泥质岩为主的碎屑岩。局部地区为河流冲积扇砂体。

始新世末，地壳振荡频繁，湖盆抬升，那读组局部发生形变和遭受剥蚀。渐新世早期，盆地再度下陷，湖盆扩大，沉积了沼泽相含煤碎屑岩（局部为半深湖相泥质岩）。到渐新世中、晚期，湖盆继续下陷，接受了一套半深湖—深湖相的富含有机质的泥岩。

早第三纪末期地壳上升。晚第三纪仅上思盆地沉积滨湖—浅湖相以浅灰色砂质岩为主的碎屑岩。属盆地回返期沉积。

第四节　石油地质特征

一、生油岩

宁明、上思盆地的生油岩，为那读组上段及邕宁组上段。

那读组上段：为深灰色泥岩，厚为100～350米，含菱铁矿结核或透镜体。

邕宁组上段：以深灰、褐灰色泥岩为主，含黄铁矿、菱铁矿结核或透镜体，厚为530～730米。宁明盆地岰帖、亭旺一带以及上思盆地昌墩一带，邕宁组全为暗色泥质岩。

1. 有机质丰度

据邕宁组10个岩样分析，有机碳（C）含量为2.3%，氯仿沥青"A"含量为0.1%，烃含量为293～1789ppm。

2. 有机质类型

生油岩中的干酪根H／C原子比为1.29～1.64（8个样品），饱和烃与芳香烃的比值为2～3（11个样品），以及热解色谱（10个样品）的分析数值表明（表4-4-1），邕宁组生油岩的有机质类型，应是腐泥型和混合型。

表4-4-1　广西宁明盆地有机质类型参数（热解色谱部份）统计表

有机质类型	S_2/S_3	I_O (mg_{CO2}/g_{Corg})	I_H ($mg_{烃}/g_{Corg}$)	S_1+S_2 (kg／t)	备　注
含腐植腐泥型	16.2～22.6	22～37	507～649	9.66～29.2	6个样
腐泥-腐植型	4.1～9.1	57～106	446～577	8.9～15.9	4个样

3. 有机质成熟度

宁明地区有关参数见表4-4-2，邕宁组生油岩尚处于未成熟—低熟阶段。但上述资料限于井深600米以上，随埋深的加大，有机质成熟度会增高。

宁明盆地岰帖一带已发现有天然气显示，同时在ZK4291井318米、560米及ZK4615井403米井段，岩芯薄片中，发现邕宁组泥岩、粉砂质泥岩的裂缝及层面内，充填有沥青质，呈浸染状，条纹状分布，均表明有机质已具有转化为烃类的可能。

二、储盖组合

那读组下段，邕宁组下段均有厚度不等的砂岩，粉砂岩，经ZK3807井的砂岩岩芯物性分析（9个样），孔隙度为15.84～28.76%，渗透率为47.93～271.77×10^{-3}平方微米，物性

较好，可能为储集层。

储集层上部的泥岩可能盖层。

宁明、上思盆地生储盖组合如图 4–4–3 所示。

表 4–4–2　广西宁明盆地邕宁组有机质成熟度参数统计表

总烃 (%)	烃/C (%)	正烷烃			热解峰温 (℃)	干酪根		孢粉		反射率 (R_o%)
		主峰碳	OEP	$\frac{C_{21}+C_{22}}{C_{28}+C_{29}}$		C (%)	H/C	颜色	指数	
18～40	0.72～2.47	C_{21}～27	1.04～3.19	1.23～1.73	426～435	64.25～70.81	1.53～1.64	黄 棕黄	2.1～2.5	0.4～0.649

地层 组	地层 代号	生储盖层	厚度 (m)	C (%)	"A" (%)	烃含量 (ppm)	孔隙度 (%)	渗透率 (×10^{-3} μm^2)	评价
上思组		储							
邕宁组	E_3y^2	生盖	530	2.342	0.1075～0.2112	293～1789			好
邕宁组	E_3y^1	生储盖	100～200				15.34～28.76	17.93～271.77	好
那读组	E_2n^2	生盖	100～200						
那读组		生盖储	100～500						

图 4–4–3　宁明、上思盆地生储盖组合条件示意图

三、圈闭

从盆地的构造特征分析，凹陷内的断阶、断鼻、局部隆起以及地层超覆，岩性尖灭，侧向相变等均可形成圈闭。

宁明、上思盆地目前勘探程度极低，对其含油气性的研究，尚待进一步开展工作。

第五章 南宁盆地

第一节 概 况

一、地理概况

南宁盆地位于东经 108°4′24″～108°40′48″，北纬 22°43′48″～22°58′18″，属广西壮族自治区南宁市辖范围。盆地呈北东东—南西西向，卵形展布，长 63 公里，最宽 20 公里，平均宽 14 公里，面积 870 平方公里。盆地四周群山围绕，海拔 100～350 米，总地势由西向东微倾。盆地内第三系组成了丘陵地形，在邕江两岸为第四系冲积平原。属亚热带气候，夏季炎热多雨，冬季温暖干旱，年平均温度在 20℃以上。广西首府南宁市位于盆地中西部，邕江自西向东流经盆地，航运可达广州、港澳地区，湘桂、南淇（江）铁路途经南宁，往西可达越南，还有航空班机，水陆空交通均甚方便。

二、地质调查概况

1928 年曾有地质学家在调查广西南部地质矿产时，将盆地地层创名为邕宁系；1956 年以来，先后有十多个单位对盆地进行工作。煤炭部门 130 队、150 队，地质部系统的专区地质队，区测队、物探队等分别进行煤田勘探、地面地质调查和重磁力普查。1959 年石油部门开始进行石油地质普查、详查、重力详查和电法试验。1960 年至 1961 年在盆地内钻探浅井 11 口，进尺 5777.82 米。1975 年、1985 年先后进行地震试验和少量测线普查。通过上述工作取得了不少地质资料，为开展盆地石油地质工作创造了一定条件。

第二节 地 层

一、基底地层

盆地北部及东北部主要为寒武系，岩性为灰、深灰、灰绿色石英云母砂岩，千枚状页岩，泥岩和粉砂岩互层、含原始海棉骨针，厚为 1100～3000 米。南部及西南部主要是上古生界的泥盆、石炭、二叠系，岩性大体分为两大套，下部以碎屑岩为主，上部以碳酸盐岩为主，含化石丰富，厚 1700～大于 3500 米。盆地东边八塘附近寒武系中有燕山晚期昆仑关花岗岩侵入。

二、盆地地层

盆地地层主要是下第三系，为一套含有机质、含煤碎屑岩，总厚大于 2000 米，可分三组，即红色岩组、那读组、邕宁组。还有第四系。现由老至新简述如下：

1. 红色岩组（$E_{1-2}h$）

为盆地初期一套河流—滨（浅）湖相沉积，局部（主要在南部）为山麓堆积（包括洪积）相的红色碎屑岩，与下伏寒武系或上古生界呈不整合接触。岩性为：下部以暗红色砾岩为主，上部为紫红色钙质砂岩及砂质泥岩、粉砂岩，厚度 0～大于 300 米，一般 100～280 米，东薄西厚，局部缺失。产介形虫、孢粉等化石，时代属古—始新世中期。

2. 那读组（E_2n）

为一套含煤碎屑岩夹碳酸盐岩，厚为100～250米，西厚东薄，推测于凹陷中心一带厚度可大于300米。超覆不整合于古生代地层之上，或平行不整合于红色岩组之上。

按岩性、生物、含矿性可分两个岩性段：

(1) 下段——砂泥岩段（E_2n^1） 为一套浅灰、灰绿色间夹杂色砾岩、砾状砂岩、砂岩及砂质泥岩，含植物化石、孢粉及介形虫等，厚为20～80米。

(2) 上段——泥岩段（E_2n^2） 以灰色、深灰色泥岩、钙质泥岩为主，间夹浅灰、灰绿色砂泥岩及泥灰岩、砂质石灰岩、粉砂岩；下部夹煤线及碳质页岩。螺蚌、介形虫、孢粉以及植物化石等含量丰富。厚为80～170米。

那读组丰产古脊椎、软体动物、介形虫、植物及孢粉等化石，时代属始新世晚期。

3. 邕宁组（E_3y）

其分布占盆地面积90%以上，主要为一套湖相—湖沼相含煤碎屑岩，与那读组连续沉积，东部直接超覆不整合于下古生界之上，厚大于1000米。按岩性可分上、中、下三段：

(1) 下段——下含煤段（E_3y^1） 为灰色、灰绿色泥岩、砂质泥岩、钙质泥岩、碳质泥岩与粉砂岩，细砂岩不等厚互层，间夹褐煤25～30层，碳质泥岩含菱铁矿、黄铁矿晶体。厚度大于190米。

(2) 中段——不含煤段（E_3y^2） 为灰色、灰绿色泥岩、砂质泥岩与砂岩、粉砂岩互层，盆地东部含砂质较高，西部及北部则含泥质较重。厚度为140～180米，最厚达200米。

(3) 上段——上含煤段（E_3y^3） 分布于盆地中心，约占盆地面积之三分之二。岩性为灰绿色砂质泥岩、泥岩与粉砂岩、砂岩不等厚互层，含黄铁矿晶体，菱铁矿结核以及钙质团块。盆地中心沉积较细，夹少量碳酸盐岩；盆地边缘沉积较粗，煤层发育较好（含褐煤8～32层），厚度大于600米。

邕宁组古生物丰富，有古脊椎、介形虫、轮藻、植物及植物孢粉等。

4. 第四系（Q）

可分更新统狮子口组、长岗岭组和全新统。

(1) 狮子口组（Qp_1） 分布于东部狮子口、粟村一带。岩性为褐黄色、灰黄色砾岩夹黄褐色砂岩透镜体。砾石直径一般为10～20厘米，大者达1米以上，厚为0～150米。

(2) 长岗岭组（Qp_2） 分布于长岗岭、佛子岭、北湖园艺场一带。为灰白、灰黄色卵石层及桔红、粉红色砂土及砂质粘土，厚为0～50米。

(3) 全新统（Qh） 分布于西部及邕江两岸。岩性为灰白、浅褐色砂土及卵石。厚为0～20米。

第三节 构　造

一、盆地发展史

南宁盆地处在华南加里东褶皱系之上，盆地基底构造比较复杂，自东吴运动后，地壳开始上升，紧接着印支运动使之强烈隆起，形成东西向复式背斜，继而燕山运动使之进一步隆起剥蚀，复背斜核部大面积出露寒武系，在昆仑关一带发生较大规模的花岗岩侵入。喜马拉雅期，北西向的右江断裂与北东向断裂强烈活动，沿其复合部位（断裂带）发生断陷，形成南宁盆地。

始新世早、中期（可能含古新世即“红色岩组”期），由于盆地基底高低不平，沉积了一套洪积、山麓堆积以及河流相的类磨拉石式建造，沉积厚度变化大，颗粒大小相差悬殊，稍后，盆地缓慢下沉，湖盆扩大，气候湿润，适于生物繁殖，沉积了一套滨湖—浅湖相的浅色碎屑岩。当时的地势是东高西低，因此东薄西厚。盆地北缘靠近断裂，推测沉积较厚。

始新世晚期，那读组开始，地壳一度回返上升，湖盆变浅，沉积物较粗，沉积了一套滨湖—浅湖相的砂泥岩，盆地东部六塘—七塘之间还有岛屿露出水面。尔后，湖盆又缓慢下降，湖面扩大，湖水变深，气候温暖潮湿，适合于生物繁殖，沉积了一套浅湖—深湖相的含丰富有机质的暗色泥页岩。为一套较好的生油岩。

渐新世邕宁期，初始地壳稍有回返上升，然后逐渐下沉，盆地东部始新世时存在的一些孤岛已被淹没，沉积了一套湖沼相的灰、灰绿色含煤碎屑岩建造。中期，湖水继续加深扩大，沉积了以暗色泥质岩为主的一套碎屑岩。但东部地势较高，为砂泥岩不等厚互层。到了末期，地壳振荡频繁，湖盆缓慢上升，气候较炎热潮湿，沉积了以湖沼相为主的含煤碎屑岩建造。由于喜马拉雅后期运动的影响，盆地上升，结束了第三纪盆地的沉积历史，并导致第三纪地层发生轻微褶皱和断裂，形成了如今的盆地基本面貌。

二、构造分区及断裂

盆地大致分为二个二级构造带。（图 4-5-1）

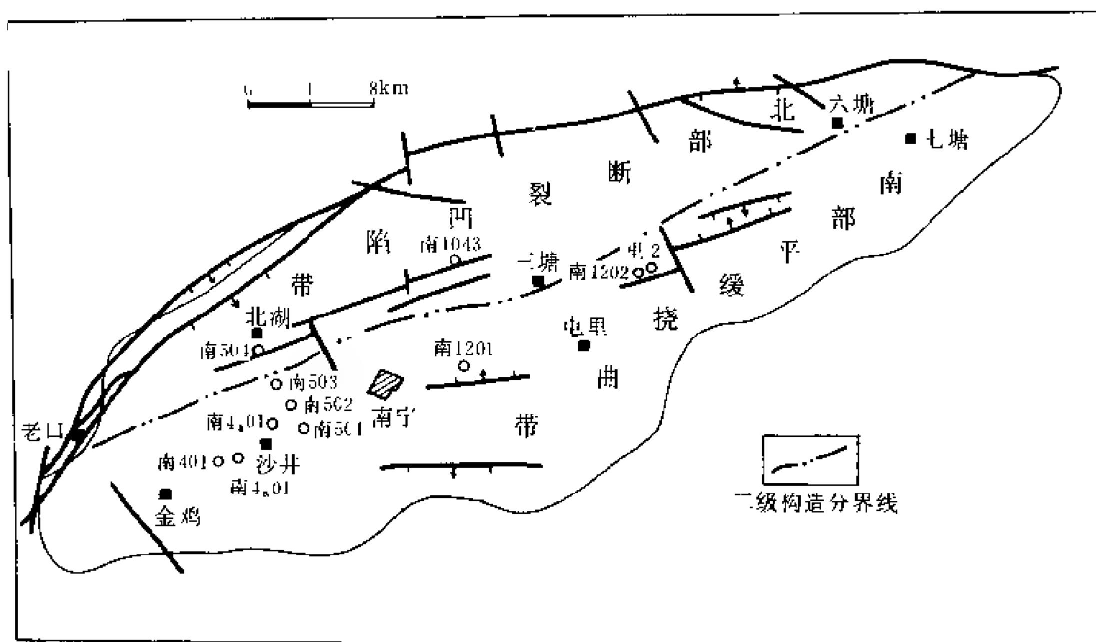


图 4-5-1　南宁盆地二级构造带略图

1. 北部断裂凹陷带

为一个受北缘大断层制约而断落的断陷带，重力及电法均反映为一负异常带。盆地的向斜轴通过本区中部，在向斜轴的北侧有那不短轴背斜；向斜轴的南侧有大鸡背斜和欧屋布格重力二次导数异常等。

（1）那不短轴背斜　位于四塘以北 4 公里那不村附近，近东西走向，长 2.5 公里，宽约 1 公里，面积约 2.5 平方公里，北翼被断层所切，轴部出露邕宁组中不含煤段（E_3y^2）。

（2）大鸡短轴背斜　位于南宁市北郊 4 公里大鸡村附近。为北东东—南西西走向，面积

2.5平方公里，轴部出露邕宁组上含煤段。

另外还有欧屋布格重力二次导数正异常及里彩重力二次导数正异常，均为北东东—南西西走向，欧屋正异常在电法上也呈隆起显示。

2. 南部平缓挠曲带

为一向北倾斜的单斜层，倾角一般为5°～18°，次一级褶皱较多，如里彩、塘上等背斜构造，面积较小，褶皱平缓。重力和电法资料也反映许多呈串珠状的正异常，这些正异常有些与地表褶皱相符。

盆地内断裂主要有两组，一组为北东东向，以正断层为主，次为逆断层；另一组是北西向或北东向，为平推断层或正断层。

(1) 曾山—宁村旋扭式断层　为盆层北缘边界断层，走向北东—北东东，全长约54公里，在大座岭以东为逆冲断层，北盘寒武系向南逆冲于渐新统邕宁组之上，断面北倾，倾角25°～40°；大座岭以西为正断层，并向西分为三支，断面南倾，倾角51°左右。重力资料上沿断层线出现明显的梯度密集带。该断层具长期活动性，对盆地第三纪沉积有一定控制作用。

(2) 里彩正断层　金鸡正断层组、佛子岭逆断层等，这些断层走向近东西，断距在50～200米之间，断层倾角40°～50°。延伸长度为4～7公里，断层带上，岩石均较破碎。

(3) 老口正断层　南宁平移断层组等，此类断层属横断层性质，断层走向近南北，基本与地层走向相垂直，断距大小不一，部分见断层角砾岩。

第四节　石油地质特征

一、生油岩

盆地中尚未发现油气显示。从盆地沉积发展历史看，古—始新世早、中期（红色岩组沉积期），地壳振荡频繁，基底起伏不平，气候干燥、氧化环境，沉积物以红色粗碎屑岩为主，不利于有机质堆积保存，剩余有机碳含量为0.02～0.09%，一般为0.05%，氯仿沥青“B”一般为0.001%，高低铁比值一般为0.5，说明有机质贫乏，无生油条件。

始新世晚期那读期早期，盆地较前期闭塞，但盆地仍较浅，沉积了一套浅湖相砂质岩，颜色混杂，生物不发育，剩余有机碳含量为0.07～1.08%，一般为0.1%，氯仿沥青“B”为0.0012～0.0058%，一般为0.002%，那读组下段的生油条件不理想。那读期晚期、继下段沉积后，湖盆扩大，湖水加深，气候温暖潮湿，利于生物繁殖堆积，那读组上段主要是半深湖—深湖相的暗色泥质岩，为较理想的生油岩。

渐新世邕宁期，古地理环境为湖沼相，沉积一套煤系地层。沉积环境较为封闭，有利于有机质保存。

南宁盆地可能生油岩应首推那读组泥岩段，次为邕宁组中、下段。

1. 有机质丰度

邕宁组灰色泥岩12个样品分析结果，有机碳和氯仿沥青“A”的平均含量分别为2.04%和0.0847%，与国内东部中、新生代陆相生油岩比较，属于好生油岩。那读组泥岩未有分析资料，但从岩相推测，应为良好生油岩。

2. 有机质类型

南宁盆地仅有干酪根镜检资料，镜下特征以来自高等植物的碎屑镜质体为主，而来自低

等生物（水生物）的无定形组分较少。有机质类型以腐植型为主，腐泥—腐植型次之（表4–5–1）。其中那龙、九曲湾的邕宁组以腐植型为主，这与当时（湖沼相）的沉积环境是相吻合的。那读组的泥岩段是深灰、褐灰色泥岩，当时是半—深湖相，推测母质类型应比邕宁组好。

表 4–5–1　南宁盆地干酪根镜检数据表

地　区	孔　　号	层　位	无定形(%)	草质(%)	木质(%)	干酪根类　型	备　注
那龙	那 2–2	E_3y	10	50	40	腐泥腐植型	
	那 2–3	E_3y	8	57	35	同上	
	那 2–　1、4、5、6、7、8、9、10、11、12	E_3y	2–5	2–20	75–100	腐植型	10 个
	那 2–14	E_3y	11	64	25	腐泥腐植型	
九曲湾	九 77–37 孔	E_3y	2	8–15	85–90	腐植型	5 个

3.　有机质成熟度

南宁盆地仅有镜质体反射率及 1 个饱和烃色谱的分析资料，而且层位仅限于邕宁组。

（1）镜质体反射率

南宁盆地 R_o 样 35 个，大部分 R_o 值在 0.3～0.4%之间，只有少量达到 0.5%，个别达到 0.51%，从 R_o 值看，南宁盆地邕宁组未达到成熟阶段，但所采样品均埋藏较浅（最深 417 米），如果深度增加，R_o 值可能变大。

（2）饱和烃色谱　仅有一个分析样品，如表 4–5–2 所列。表中所列数据基本上未达到成熟阶段，这也可能与埋藏深度小有关。

表 4–5–2　广西南宁盆地饱和烃色谱分析数据表

井　　号	岩　　性	层位	$\frac{Pr}{Ph}$	$\frac{Pr}{C_{17}}$	$\frac{Ph}{C_{18}}$	主峰碳	碳数范围	OEP	$\frac{C_{21}前}{C_{22}后}$	$\frac{C_{21}+C_{22}}{C_{28}+C_{29}}$
那龙 2 号孔 362m	暗灰色泥岩	E_3y	1.08	0.63	0.70	C_{23}	C_{15}～C_{29}	2.74	15 0.40	29 0.66

二、储盖组合

南宁盆地储集层：为那读组及邕宁组的砂岩，粉砂岩，其物性参数见表 4–5–3

表 4–5–3　南宁盆地物性参数表

层　位	岩　　性	孔隙度(%)			渗透率($\times 10^{-3}\mu m^2$)		
		最大	最小	一般	最大	最小	一般
E_3y^3	泥质粉砂岩、粉砂岩	30.96	6.64	21.05	17.25	0.05	0.10～2.00
E_3y^2	细　粉砂岩	24.12	12.77	18.57	44.41	0.11	0.20～1.50
E_3y^1	细–粉砂岩	33.39	12.31	22.48	81.06	0.12	0.50～4.60
E_2n	细粒砂岩、钙质砂岩	31.36	7.60	19.80	11.64	0.10	0.10～1.00

盖层为那读组及邕宁组的泥页岩。

生储盖组合条件如图 4-5-2 所示。

地层	代号	生储盖层	厚度(m)	C(%)	"A"(%)	孔隙度(%)	渗透率($\times10^{-3}\mu m^2$)	生油层评价
邕宁组	E_3y^3	生、盖 储 生 盖 储	600	2.01	0.0817	18~22	0.1~41	较好
	E_3y^2	生 盖 储	120~200					
	E_3y^1	生 盖 储	150~220					
那读组	E_2n^2	生、盖	80~170	0.1~4.37		7~31	0.1~11	好
	E_2n^1	储	20~80					
红色岩组	E_{1-2}							

图 4-5-2 南宁盆地生储盖组合条件示意图

第五节 勘探前景

南宁盆地下第二系主要是一套煤系地层，最厚可达 2000 米，邕宁组干酪根类型以腐植型为主，部分为混合型，那读组泥岩段有机质含量较高，可能以混合型或腐泥型为主，在盆地深部可能已进入生油门限。盆地北缘有边界断层控制盆地的沉积，生储盖组合条件估计较好。不利方面是部分生油岩埋藏浅，有机质热演化成熟度低。关于南宁盆地含油气性，由于其勘探程度低，尚待今后进一步工作。

第六章　昆明盆地

第一节　概　　况

一、自然地理概况

昆明盆地位于东经 102°32′～102°52′，北纬 24°40′～25°10′，属云南省昆明市所辖。盆地呈南北走向，长 70 公里，宽 15～23 公里，面积近 1000 平方公里。地形上仍保留着盆地的特点，四周以古生代地层构成的老山环抱，盆地内地形平坦，河流纵横。滇池位居昆明盆地南西部，面积 311 平方公里，海拔 1886 米。盆地一般海拔 1900 米。昆明盆地一带风景优美，气候宜人，素有四季如春之称。以昆明为例：年平均温度 15.6℃，最冷一月份平均 9.3℃，最热七月份平均 20℃；年平均降雨量为 1000 毫米左右，但有干季和雨季之分，一般 11 月至第二年的 4 月份为干季，而 5 至 10 月份为雨季，雨量的 91%以上集中在雨季。昆明交通极为方便，铁路有成昆、贵昆、昆河；公路有滇黔、滇桂、滇川、滇藏及滇缅等线联系国内外；航空以昆明为中心可通国内外各大城市。

二、区域地质概况

昆明盆地为上新世晚期形成的断陷盆地，区域构造位置处于扬子准地台西缘、康滇地轴东部。盆地基底主要为震旦系、寒武系及石炭、二叠系，周边老山则主要为早古生代和晚古生代地层组成（图 4–6–1），盆地地层主要为晚第三纪末期—第四纪的地层，总厚可达 1500 米，盆地地层和基岩间为角度不整合接触。

三、勘探简史

昆明盆地地处云南省经济、文化、政治的中心，交通又十分方便，为地质工作提供了优越的条件，故有许多单位和个人相继在此开展过不同目的的地质工作。1949 年以前，曾有许多中外地质学家在此工作过，填制 1：5 万地质图，对盆地周围的构造及地层有较详细的描述。油气地质工作始于 1960 年 10 月，云南省地质局石油队首先在盆地内进行石油勘探，填有 1：2.5 万地质图，钻井 6 口，其中三口有天然气显示。1972 年～1974 年石油工业部系统所属地质队和勘探队在盆地开展工作，钻井中发现有天然气井喷或气显示。据不完全统计，昆明盆地各类钻井超过 1000 口，深度大于 50 米的有 545 口，其中井深在 200～600 米的天然气普查井及非石油系统钻井有气显示的井共计有 45 口，最大深度 1006.7 米。钻达基岩的有 37 口，其中气显示井 26 口。

第二节　地　　层

一、盆地基底及周边地层

据现有钻井资料，盆地基底地层主要为震旦系和寒武系，其次为石炭、二叠系。周边老地层出露较全，前寒武系变质岩及白云质石灰岩主要出露于盆地的西南边缘，而寒武系碎屑岩、泥盆、石炭、二叠系碳酸盐岩除盆地西南侧外均有出露，三叠、侏罗、白垩系碎屑岩出露在盆地南及北部边缘。

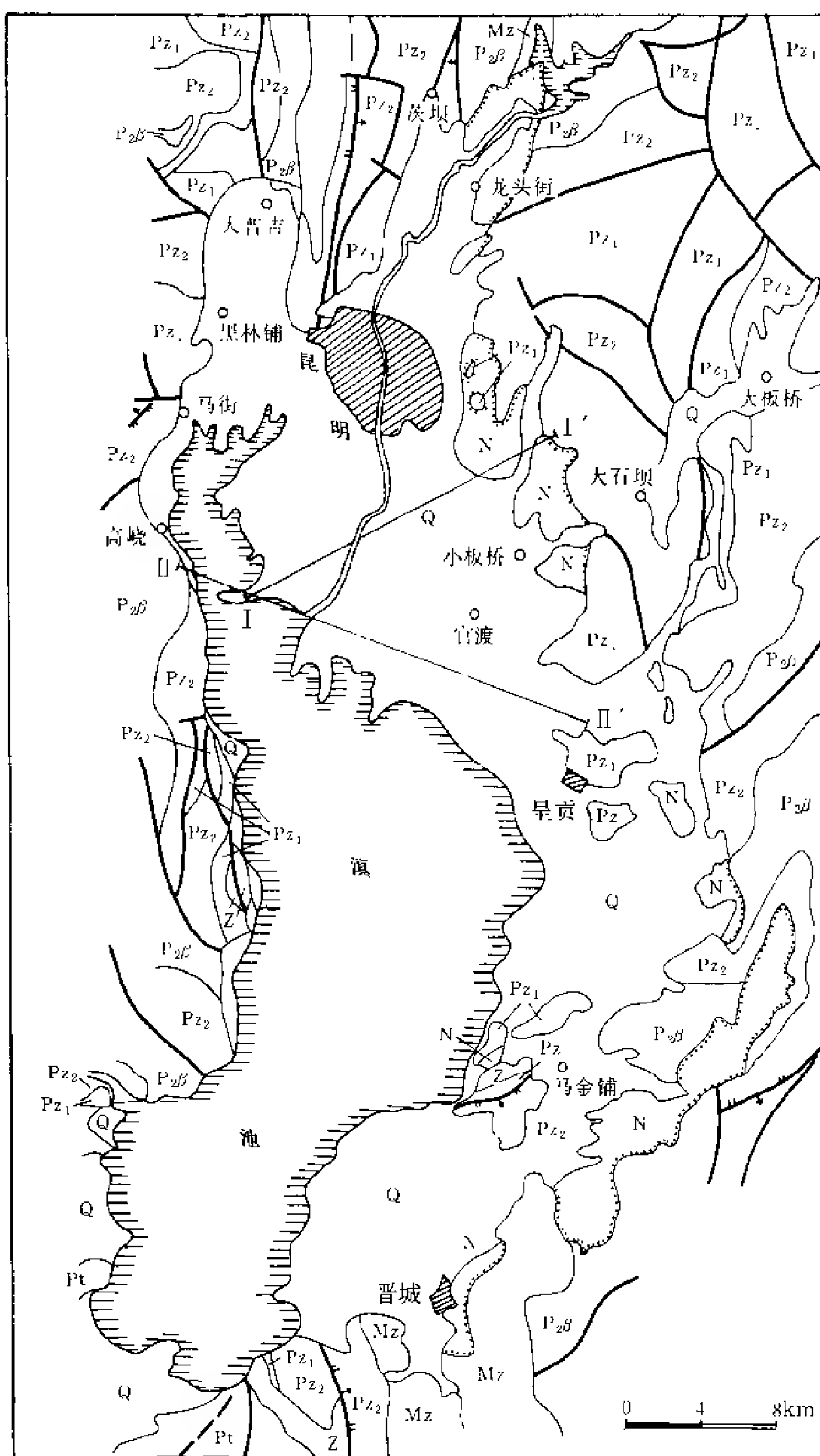


图 4-6-1　昆明盆地平面地质图

表 4－6－1　云南昆明盆地新生代地层对比表

本书			1/20万昆明幅报告 1971	西南地质研究所 1965	云南石油地质队 1972	云南省煤田地质勘探公司黄发政 1984
第四系 Q	全新统	草海组 Q_{IV}	第四系			昆明含煤组（全新－上更新统）Q_4-Q_3
	更新统	滇池组 Q_{III}	河头组（上新统）N_2	河头组（上新统）N_2^2	河头组（上新统）N_2	松华含煤组（中更新统）Q_2
		松华组 Q_{I-II}	小龙潭组（中新统）N_1	小龙潭组（上新统）N_2^1	小龙潭组（中新统）N_1	
上第三系 N	上新统	砾岩层 红土风化壳 N_2				砾岩段(下更新统) Q_1 风化壳(新第三系) N

表 4－6－2　云南昆明盆地新生界地层系统简表

界	系	统	组及代号	厚度 (m)	岩性简述
新生界	第四系	全新统	草海组 Q_{IV}	50～136	主要为湖积层：为灰－绿灰色粘土夹粉砂、泥、泥炭，冲积层为砂砾、粘土
		更新统	滇池组 Q_{III}	95～374	为灰、深灰、绿灰色粉砂质泥与粉砂泥、砂层间互，含动物化石较多
			松华组 Q_{I-II}	44～505	为灰－深灰色粘土层夹粉砂层及褐煤或泥炭，含较多黄铁矿，有机质丰富
	第三系上新统			0～80	灰至灰白色砂、砾层，风化呈土红色
下伏层	Є、D、C、P				碎屑岩及碳酸盐岩

二、盆地地层

盆内地层过去除上部明显地具有第四系特征外，一直把其以下的地层划归为中、上新统。随着地质工作的加深，如古地磁、C^{14}测定及孢粉分析。目前除把底部风化壳及砾岩层划为第三系上新统外，其余均划归为第四系更新统（见表4–6–1），各统组的岩性简况见表4–6–2。现从下往上分述如下：

1. 上第三系上新统砾岩层（N_2）

灰至灰白色之砂砾岩层，风化呈土红色，砾石成分一般和基岩及附近的岩性一致，砾径多数在1～5厘米，分选差，呈棱角—次棱角状，属河流相。出露于盆地边缘，与下伏地层呈角度不整合。厚为0～80米。

2. 中、下更新统松华组（$Q_{I\ II}$）或称下含煤组

为灰至深灰、褐灰色粘土层（岩）夹粉砂层（岩）及褐煤或泥炭层，含较多的黄铁矿结核和薄膜状黄铁矿，具较丰富的植物碎屑，厚为44～505米。

3. 上更新统滇池组（Q_{III}）

为灰至深灰、绿灰色粉砂质泥（岩）与粉砂层（岩）间互层，不含煤。含化石较多，主要为螺，蚌、鱼及介形虫类等，局部介形虫富集成层。厚为95～374米。

4. 全新统草海组（Q_{IV}）或称上含煤组

为灰、深灰、绿灰、兰灰色之粘土层（岩）夹粉砂层（岩）及泥（岩）。含较多的植物残体及螺壳，局部螺壳成层。厚为50～136米。

第三节　构　　造

喜山运动时期，印度陆块在喜马拉雅地区和欧亚陆块发生碰撞，地处欧亚陆块南侧的昆明地区受到了印度陆块北东方向的侧压力，产生了巨大的剪切应力场，使该区早期的南北向断裂产生走滑运动，在张应力较集中的昆明地区发生断陷，形成新生代断陷盆地——昆明盆地。

一、构造发展史

据重力和钻井资料分析，昆明盆地是一个由许多地垒、地堑式小盆地组成的复式断陷盆地，这些小盆地均呈南北向延伸排列，而控制盆地的断裂为普渡河—西山大断裂。盆地发展史可分为四个时期（图4–6–2）。

1. 上新世晚期

是盆地形成早期，沿古老的南北向断裂带开始拉张下陷，沿断裂构造带形成侵蚀河谷。经钻探证实在区内地腹沿主要断裂带槽部，为河流沉积的砂砾岩层。当时地形北高南低，沉积物源主要由北部供给。沉积了厚为0～80米河流相的砂砾岩层。

2. 更新世早期为盆地形成期

随着拉张活动的加剧，盆地下沉，在九甲、西坝河、松华坝等地形成了一个个小湖泊或河漫滩沼泽洋地，后期水体扩大连成一片，中部凸起局部露出水面，呈弧岛状。这时期沉降与补偿作用均较快，沉积了厚达44～505米的河湖沼泽含煤交替相沉积，沉积物源来自北部和东部。

3. 更新世中—晚期

为盆地发育期，断陷拉张发展到最大规模。随着西山—普渡河大断裂活动的加强，盆地

整体下沉速度加剧，沉降中心和沉积中心也随之向西偏移，陆源碎屑大量从北面、东面向湖中充填，形成了一套浅湖至半深湖相沉积。含动物化石较多，但不含煤或含少量煤。

4. 全新世—现在

为盆地萎缩期，此时西部西山断裂仍在剧烈的运动，而东部断裂则相对宁静，并有抬升之势，使东部部分浅湖和沼泽被抬升为湖泊阶地，北部被南北向河流带来的大量泥砂淤填形成三角洲平原相的沉积，主体水位向西南退缩，逐渐形成今天滇池地理景观。

二、构造单元划分

昆明盆地是在南北向断层束（带）中，在张应力作用下形成的断陷盆地，它的基本构造线是南北向，但在南北向断裂活动的同时，北东、北西及东西向的断裂亦在活动，有的切割南北向断裂，使其基底构造呈网格状格局，造成早期多个中心的小湖泊，并发育成多个二级构造单元。从东西向横剖面看，是地堑地垒式的复合结构，西部深、东部浅，从南北向纵剖面看，则呈阶梯状的北浅南深排列格局（图 4-6-3）。

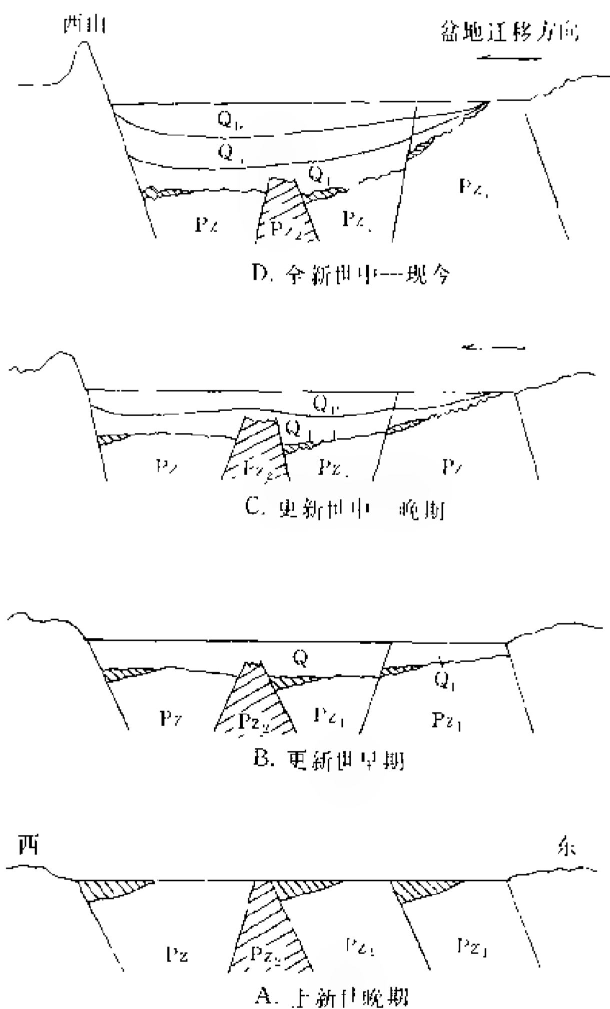


图 4-6-2 云南昆明盆地新生代沉积演化发展阶段图

综合地质、钻探、地球物理等资料，根据新生代地质构造和沉积物展布特点，将盆地初步划分为五个凹陷、三个凸起和一个斜坡等九个二级构造单元（参见图 4-6-4）。

1. 龙头街小坝凹陷

位于盆地北部，呈北北东向，松华组在此命名，第四系厚度大于 400 米，内含多层褐煤层，面积 50 平方公里。

2. 普吉凹陷

位于盆地西北角，面积为 17 平方公里，呈北北西向，北边受东西向正断层截切，坡度较陡，相当于陈家营重力低值带，第四系厚度大于 200 米。

3. 西坝河凹陷

紧靠西山大断裂东侧，位于滇池北部原草海地区，面积 68 平方公里，长轴近南北向，是盆地沉积最厚的凹陷，盆地沉积厚度超过 1000 米。

4. 九甲凹陷

位于盆地中部，官渡断裂带上，长轴方向为南北向，面积 242 平方公里，盆地沉积厚度

大于800米，本凹陷为昆明盆地最大的凹陷。

5. 兴望村凹陷（晋宁凹陷）

位于盆地南端，北北东向，面积大于124平方公里，沉积厚度可达500米。

6. 昆明—海子村凸起

位于昆明市至九甲凹陷和西坝河凹陷之间，走向近南北向，呈北高南低的鼻状隆起，面积32平方公里，沉积厚度为20～600米。

7. 黑林铺凸起

位于昆明市与黑林铺之间，呈等轴状，面积21平方公里，沉积厚度为10～180米。

8. 小板桥—晋城斜坡带

位于盆地的东缘部分，为一向西缓倾斜状的斜坡，面积大于200平方公里，沉积厚度为0～100米。

9. 团山—白鱼口凸起

位于兴望村凹陷和九甲凹陷间，近北西西向，面积22平方公里，沉积厚度大于300米。

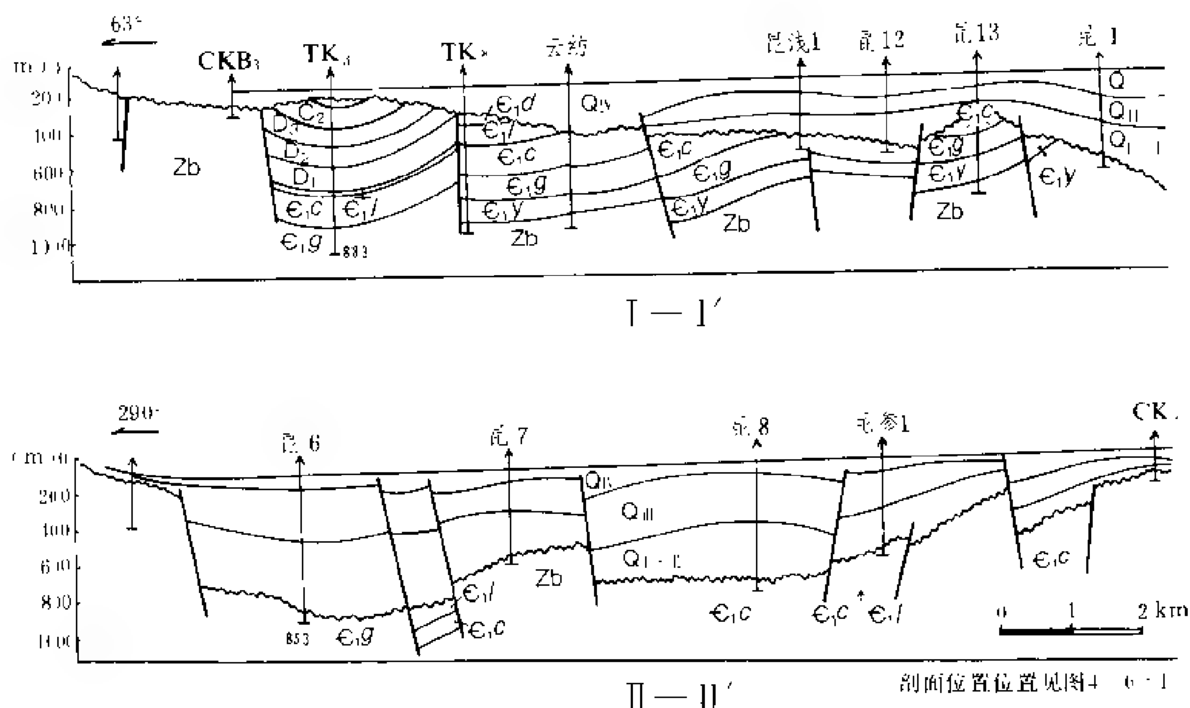


图4-6-3 云南昆明盆地地质剖面图

第四节 石油地质特征

一、天然气显示

据不完全统计，在盆地内的钻井中，大部分井均能见到不同程度的气显示，其中井深大于200米的有26口，一般以浅层气居多，气层多在井深100余米内，最浅的26.21米（昆8井），最深气层706米（昆24井），绝大部分井气层压力低已知井口最大气层压力为215巴（昆3井）。日产气量小，其中水九井曾日产天然气399立方米，气层累计厚度达112.13米。

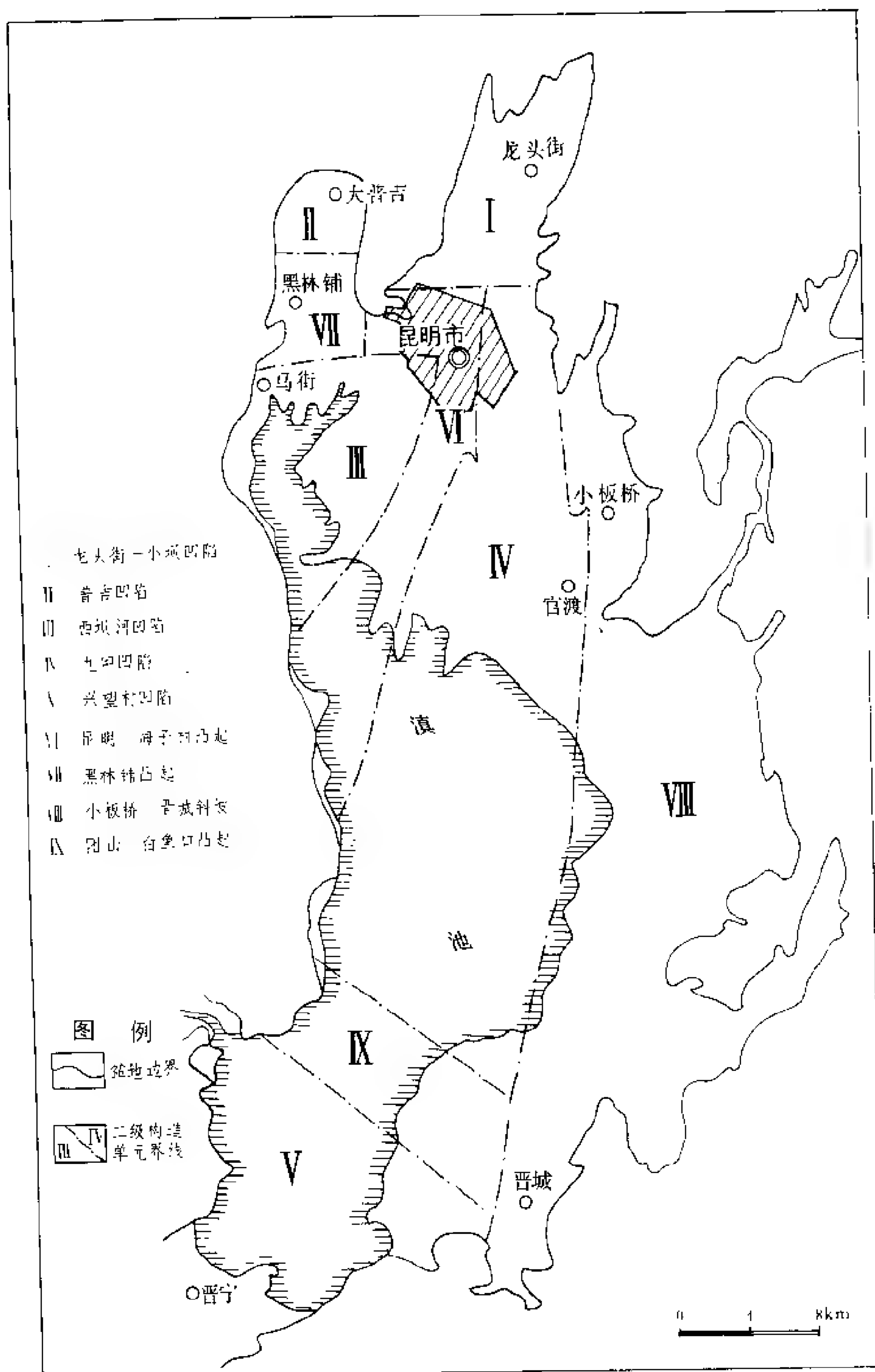


图 4-6-4　云南昆明盆地二级构造单元划分图

天然气显示层位除上新统砾岩层外遍及各层组，如松华组、滇池组、草海组中均有天然气显示，在主要生气凹陷两翼斜坡相对高部位的砂体天然气显示比较集中。基岩下寒武统、震旦系以至石炭系、泥盆系均有气显示，它们多与基岩断裂的相对上升盘或斜坡相对高部位有关，在基岩相对隆起的碳酸盐岩地层中气显示尤其最佳，如水九井（产气层位为石炭—泥盆系）。

据天然气分析结果，昆明盆地除兴望村南部钻井中所见的天然气为深源 CO_2 气外，其余绝大部分为浅层生物气，也即早期甲烷气，重烃含量低，常伴随有少量的 CO_2、N_2 等气体。（表 4–6–3）

表 4–6–3　云南昆明盆地天然气成份统计表

类型	成分含量									样品数	产出层位
		CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	N_2	H_2	CO	H_2S CO_2		
甲烷气型	一般值	80.36～98.56	0～0.17	0.03～0.26	0～0.31	0.53～16.93	0～0.42	0～0.02	0.07～5.59	10	$Q_{Ⅳ}$、$Q_{Ⅲ}$、$Q_{Ⅱ}$、$Q_{Ⅰ}$ 及基底均有
	平均值	91.62	0.0859	0.145	0.034	5.965	0.075	0.002	1.764		
氮气型	一般值	0.024～0.87	0	0	0	78.32～94.29			0.05～6.60	5	以 $Q_{Ⅲ}$、$Q_{Ⅳ}$ 为主，基底次之
	平均值	0.612				88.35			2.36		
二氧化碳气型	一般值	3.63～1.21	0	0	0	38.82～11.53	0.011～0	0	(CO_2) 86.17～55.08	2	靠上断裂一侧的 Q
	平均值	2.42				25.175			70.625		

二、生储盖组合及圈闭类型

1.　生气层

（1）松华组（$Q_{Ⅰ-Ⅱ}$）　灰至深灰色粘土层夹粉砂层及煤层，含有较多的植物碎片和岩屑，沉积较厚，据统计，主要凹陷区深色粘土层厚为 80～200 米，有机质丰富，为弱氧化至还原环境之河流湖泊交替相、沼泽相沉积，有利于天然气的生成，为盆地的主要生气层系。

（2）草海组（$Q_{Ⅳ}$）　灰至深灰色粘土层夹粉砂及泥炭或褐煤层，主要凹陷区泥质层厚大于 200 米，成岩程度差，有机质转化程度低，但有机质很丰富，为弱氧化—还原环境之三角洲平原沼泽相沉积，为良好的生气层。

（3）滇池组（$Q_{Ⅲ}$）　灰至深灰色粉砂质泥与粉砂层间互，含动物残体较多，局部介形虫富集成层，为氧化—弱还原环境之浅湖—半深湖沉积，本组下部泥质层比较集中且稳定，厚度较大，亦为一生气层。

2.　储集层

据气显示层段的岩类资料统计，储集层以粉砂和泥质粉砂层为主，从表 4–6–4 看：

般气层的孔渗性均较好。其中 Q_{IV} 砂层多，厚度小，不稳定，但储集性能好。Q_{III} 砂层横向展布基本稳定，有较多气层见于上部砂层中。Q_{I-II} 砂层多属不稳定夹层，胶结程度较好，但孔渗性相对减小。另在钻井中有几口井于基岩中获得气显示。由于昆明盆地长期处于剥蚀夷平状态，风化作用强烈，碳酸盐岩基岩溶蚀现象相当发育，加上基底断裂发育，形成构造裂隙和基底隆起等有利于天然气聚集的场所。

表 4-6-4　云南昆明盆地储集层物性简表①

地层	厚度(m)	砂层厚度(m)	砂层百分含量(%)	平均孔隙度(%)	平均渗透率($\times 10^{-3}\mu m^2$)	含水饱和度	沉积物结构	砂体主要分布区
Q_{IV}	60～376	20～80	28	39	1.07	26～66	粗泥质粉砂夹砾石，不稳定	分布于主要凹陷的斜坡带
Q_{III}	90～375	20～100	30	38	0.467	30～86	粗—泥质粉砂，较稳定	主要凹陷中和凸起上均有分布
Q_{II-I}	50～600	20～100	40	31	0.63	64～100	粉砂—泥质粉砂，有夹层，不稳定	西坝河凹陷北部，九甲凹陷东斜坡

① 本表根据 11 口井，67 个样品编制。

3．盖层

盆地中的泥质层既是生气层又是盖层，其中松华组泥质层分布广，厚度稳定，累计厚大于 200 米（主要凹陷），可为区域性盖层；滇池组泥质层较集中，且厚度大，可作为地区性盖层；草海组泥质层厚度小，但含有多层草煤，亦可作生气凹陷的区域性盖层，但在凹陷主体之外，其盖层条件就相对差些。

4．储盖组合及圈闭类型

据盆地各地岩性特征及井下资料分析，可分为两大套生储盖组合（见表 4-6-5)，第一套组合具有较好的生气和盖层条件，但储集层位不稳定，储集性能较差。第二套储集性能好，具有一定的生气能力，但盖层厚度薄，成岩程度低，且埋藏浅，封闭条件欠佳。

表 4－6－5　云南昆明盆地储盖组合一览表

层位	代号	生储盖类型	生储盖组合
草海组	Q_{IV}	生　储　盖	第二套组合
滇池组上部	Q_{III}^{2}	储	第二套组合
滇池组下部	Q_{III}^{1}	生　盖	第二套组合／第一套组合
松华组上部	Q_{II}	生　储　盖	第一套组合
松华组下部	Q_{I}	生　储	第一套组合

盆地内天然气的圈闭类型可能是多种多样的。总的来看以岩性圈闭为主，各类型砂体为天然气的主要储集体。其次是位于断裂带附近，与断块抬升有关，或者属于同生断裂控制的潜山圈闭类型。以及其它诸如超覆、不整合等地层圈闭类型都有可能存在。

第五节 勘探前景

昆明盆地是云南省面积最大的新生代盆地。盆地形成时间晚，沉积厚度薄，成岩度差，成熟度低，多为生物气和煤成气，据已有资料初步估计，天然气有一定数量的远景资源，是寻找小型浅层天然气藏的有前景地区。

结 束 语

滇黔桂地区的石油勘探工作走过了三十多个春秋，三个省（区）的石油勘探队伍和组织机构经历了多次变迁。目前，已拥有地质、物探、钻井、测井、试油、试气、采油、采气、科学试验和综合研究等多工种的石油勘探和研究队伍。在整个勘探和生产过程中均广泛采用了国内外的先进科学理论和实验技术、工艺技术，如数字地震仪、高压喷射钻井、数字测井、地层测试器和各种先进实验仪器。滇黔桂地区地处祖国西南边疆，在此建立起一个石油工业基地，无论在政治上，经济上均具有十分重要的意义和作用。因此本区已被列为全国石油工业的远景后备区。今后的关键是要正确认识和掌握本区的石油地质规律，确定一个正确的勘探方针，采用先进的勘探理论和技术工艺。以期尽早打开油气勘探新局面。

本志对滇黔桂地区的石油地质基本特点作了综合和归纳，明确指出了本区具有震旦系至中三叠统的海相地层勘探区、中生代陆相沉积盆地、新生代陆相沉积盆地三个勘探领域。60年代前，勘探重点主要放在海相地层勘探区，70年代开始对中、新生代陆相沉积盆地如百色、赤水、绥江、十万大山、景谷等盆地进行了地震和钻井工作，发现了田东等油田和太和、旺隆气田。经过对三个勘探领域进行了系统综合研究后，得出如下结论：

一、新生代陆相沉积盆地

新生代陆相沉积盆地具有找到"小而肥"油田的石油地质条件。新生代盆地在本区有近二百个，如何选出最有希望的盆地优先进行勘探则是十分重要的。除了需要对各个盆地的基本石油地质条件进行对比研究外，还应要考虑以下几点：

1. 盆地面积

在同一地区内，大盆地一般优于小盆地。本区最大的新生代盆地面积有2700平方公里，小的仅几十平方公里，盆地的面积大小应成为选择勘探对象的条件之一。

2. 沉积岩厚度

沉积岩厚度是反映成油物质基础的重要因素，特别是生油岩的厚度更重要，厚度大显然对找油气更为有利。本区第三系最大厚度可达4700米，最大生油层厚度达500多米。结合热成熟度分析，沉积岩厚度小于1000米者均属于含油远景较差的盆地。一般说来，沉积岩厚度应在1500米以上为好。

3. 成盆时期

以成盆时期较早者为好。成盆期早有助于促成有机质的热演化。而一些形成较晚的盆地，特别是在早第四纪—晚第三纪末期形成的盆地，有机质多处于未成熟阶段，只生成甲烷气，难以形成较大规模的油气聚集。

4. 沉积环境

沉积环境以气候潮湿、生物繁盛、沉积稳定、还原程度高者较为有利。在广西地区的新生代盆地，晚始新世至渐新世沉积层具有好的成油沉积环境；在云南地区则以中新世沉积环境较好；只有下第三系而且已经变质的盆地是无含油远景的。

在近二百个新生代盆地中按上述条件衡量，盆地面积在200平方公里以上或沉积厚度大于1000米者有36个，它们应是首先被优选勘探的对象。其中以百色盆地的含油条件最优

越，最现实。其次是景谷、合浦、盈川、宁明—上思、南宁盆地等。

根据中国勘探开发第三系盆地已有的实践经验和石油地质理论，在新生代盆地中找到更多的油田是可能的。

二、中生代陆相沉积盆地

中生代陆相沉积盆地主要有楚雄、十万大山、兰坪—思茅、桂平等盆地及赤水、绥江等地区，总面积十万平方公里，它们都具有良好的生储盖组合和各种类型的圈闭，是一个值得重视的勘探领域。对这些地区进行远景分级排队时，还应考虑以下两点：

1. 古生代、三叠纪的海相地层含油气性和盆地面积

本区中生代陆相盆地的主要勘探目的层是侏罗系以下的古生代及三叠纪的海相地层和上三叠统的煤系地层，因此，这些地层的成油条件，有利相带就成为重要因素，盆地范围恰好位于下伏目的层的良好沉积相带，而且面积大时，有利于形成规模较大的油气聚集。

2. 各时期构造作用和岩浆活动对目的层系的影响

由于目的层系都经历了多期的构造运动，受到了多期岩浆岩的侵入，使原有的含油地质条件遭到不同程度的破坏和改造。被破坏、改造微弱的盆地应优先勘探。按此，赤水地区和楚雄盆地是有利含油气地区。赤水地区已发现了两个气田，还有若干个圈闭（包括潜伏构造）和深部地层尚待钻探。因此，该区是今后增加天然气储量和产量最现实的地区。

楚雄盆地：面积有 36500 平方公里，盆地的结构和沉积体系都与四川盆地的川西北地区和泰国的呵叻盆地相似，是一个有含油气远景的地区，是今后中生代盆地勘探的主要对象。只是由于主要目的层埋深大，内部的构造和石油地质情况还不甚清楚。为此，必须首先加强地球物理勘探和地质综合研究，并配合以参数井，当取得一些必要的资料后，在进一步进行油气资源评价的基础上，可展开较多的勘探工作。

中生代陆相盆地的勘探还必须重视两点：①由于主要勘探目的层是古生代和早中三叠世海相地层，因此必须吸取海相碳酸盐岩勘探领域的理论、方法和经验。②除古生代一下、中三叠统为主要目的层外，同时对上三叠统及其以上地层的含油气性进行研究。

三、震旦系至中三叠统海相地层勘探区

震旦系至中三叠统是滇黔桂地区面积最大的一个勘探领域。在 60 年代前进行的石油地质调查、勘探工作量较多，但至今勘探程度仍很低，还处于石油普查阶段，根据第二篇所述，有理由说本区从震旦系至三叠系海相地层均有较好的生、储油条件，地面的大量油气苗、已证实的古油藏以及在探井中已获得的原油和天然气足以说明本区确实曾有过油气生成、运移、聚集过程，本区还有多种圈闭类型和国内闻名的古生物礁。通过早期评价，初步评选出最有利的 I 类区块有五个，二类，三类区块有 12 个（详见第二篇第四章），这些资料表明本领域是具有含油气远景的。

在这个领域内，至今勘探成效甚微的原因是多方面的，必须作具体的分析。

1. 本区经历了多期构造运动

由于本区经历了多期构造运动，有不少主要含油岩系在一些地方已遭到破坏，这是不利的一面，但每个含油岩系都还有相当大的面积仍深埋地腹，在早于生油高峰期形成的古圈闭仍有油气聚集的希望。

2. 保存条件不好

保存条件历来都被认为是本区含油气性的一个主要矛盾，有一些目的层被抬升地表，有些目的层虽埋于地下，但因岩溶作用异常强烈，封闭条件也很差。但大量实例说明，本区只

要具备了以下条件之一就曾获得过油气或具有封闭条件。①有一定面积的区域盖层；②有一定厚度的直接盖层；③相变带形成的岩性封闭；④在一定条件下的断层封闭。

3. 本区生油岩有机质基本上均处于高成熟和过成熟期。

当有机质演化至高成熟期后，则裂解成天然气，根据测算本区天然气的资源量相当丰富。本区绝大多数生油岩也仅仅经历了 250℃～300℃的地温史。高成熟度的特点，说明在本区应以找气为主。

滇黔桂地区具备一定的石油地质条件，已有必要的勘探装备，有一支好的勘探队伍和几十年的勘探经验。今后在不断深化对本区石油地质条件认识的基础上，相信在不久，滇黔桂地区油气勘探会出现新的局面。